



FACULTAD DE INGENIERÍA Y COMPUTACIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“PLAN DE OPTIMIZACIÓN DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS
DOMICILIARIOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN BIODIGESTOR
EN EL DISTRITO DE JACOBO HUNTER PARA LA PRODUCCIÓN DE
BIOGÁS Y/O ABONO”**

Presentado por:

Bachiller Daniela Victoria Mendoza Castillo

Bachiller Christian Joshua Arana Herrera

Asesor:

Ing. Felipe Eladio Valencia Rivera

Para optar el grado académico de titulado en:

INGENIERÍA INDUSTRIAL

1. AGRADECIMIENTOS

2. Agradezco a Dios, a mis padres Miguel y Sandra por su amor, apoyo e inspiración en mi crecimiento personal. A mis hermanos por su ejemplo y apoyo constante. A mi compañero de vida por su inagotable motivación para lograr mis objetivos.

3. Agradezco de manera especial a nuestro asesor, Ing. Felipe Valencia, por el apoyo y soporte incondicional.

Finalmente, agradezco a mi compañero de tesis, Christian, por su apoyo, constancia y soporte en todo momento.

Daniela Mendoza

A mis padres, abuelos, hermanos, a todos mis profesores; amigos que nunca me fallaron, Daniela, mi admiración y amistad por siempre.

Christian Arana

4. DEDICATORIA

5. Dedico esta tesis a mis padres que han sido mi soporte e impulso para concluir etapa. También a mis profesores por haber contribuido con mi formación académica.

Finalmente quiero dedicársela a mi principal impulso, que está por llegar a este mundo, Fabiana.

Daniela Mendoza

Dedico a todas aquellas personas que con su aliento y buenos consejos me ayudaron a ser mejor y capaz de conseguir mis objetivos, a mis padres, hermanos, familiares y amigos.

Christian Arana

6. RESUMEN

El presente proyecto tiene como principal objetivo la mejora de la gestión de los residuos sólidos, principalmente orgánicos en el distrito de Jacobo Hunter, aplicando una alternativa de segregación y reciclaje mediante la implementación de un biodigestor de alto rendimiento.

El análisis de la gestión de los residuos sólidos en el distrito se ejecutó en la presente investigación de donde destaca que el 60% de los residuos es orgánico por lo que el aprovechamiento mediante un biodigestor para la producción de biol y biogás, se vuelve atractiva y rentable.

Se evalúan 4 escenarios de los cuales el cuarto es el elegido, de acuerdo a lo indicado en estudio técnico. El biodigestor de Rottaler es la elección con una propuesta de inversión S/ 107,237, de donde se concluye que es el más conveniente, se propone implementarlo en las zonas eriazas del distrito, en este caso Huayrondo y requerir los servicios de SPRORGÁNICOS.

Se propone también la sensibilización y concientización en la población para minimizar el impacto ambiental, mediante campañas concientizadoras, cuñas radiales, televisivas, capacitaciones y volantes o panfletos.

Finalmente, la suma de todo determinaría la optimización de la situación actual.

Palabras clave: Manejo de residuos sólidos, biodigestor, caracterización, impacto ambiental, conciencia ambiental.

7. ABSTRACT

The main objective of this project is to improve the management of solid waste, mainly organic in the district of Jacobo Hunter, by applying an alternative segregation and recycling by implementing a high performance biodigester.

The analysis of the management of solid waste in the district was carried out in the present investigation, where it stands out that 60% of the waste is organic, so the use of a biodigester for the production of biol and biogas becomes attractive and profitable.

Likewise, the proposed alternative, added to the environmental awareness and education plans for the district, would optimize the current situation.

Key Words: Solid waste management, biodigester, characterization, environmental impact, environmental awareness.

8. INDICE GENERAL

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Generales de la organización	1
1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización.	1
1.2. Sector y actividad económica.	5
1.2.1. Visión y misión	5
1.2.2. Política de la Organización.	6
1.2.3. Organización.	6
1.2.4. Principales procesos y operaciones.....	6
1.3. Contexto	7
1.3.1. Aspectos político sociales	7
1.3.2. Aspectos ambientales	9
1.3.2.1. Clima.....	9
1.3.3. Aspectos geográficos	10
1.3.4. Aspectos sociales y económicos	10
1.3.4.1. Población.....	10
1.3.4.2. Caracterización de las viviendas	11
1.3.4.3. Aspectos económicos	12
1.3.4.4. Aspectos de la salud	12
1.3.4.5. Caracterización de los suelos	12
1.3.4.6. Biodigestores en Perú.....	13
1.3.4.6.1. Biodigestores en Arequipa	14
1.4. Planteamiento del Problema.....	14
1.4.1. Descripción del Problema.	14
1.4.2. Formulación del Problema (Interrogante principal).....	20
1.4.3. Interrogantes secundarias	20
1.4.4. Sistematización del problema (Interrogantes secundarias)	21
1.4.4.1. ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS	21
1.4.4.2. ARBOL DE FINES Y MEDIOS.....	22
1.5. Objetivos.	23
1.5.1. Objetivo general.	23
1.5.2. Objetivos específicos.	23
1.6. Justificación del proyecto.....	23
1.6.1. Justificación Teórica	24
1.6.2. Justificación Práctica.....	24

1.6.3.	Política, Económica, Social y/o Medioambiental.	25
1.6.4.	Profesional, Académica y/o Personal.....	25
1.7.	Alcances del Proyecto.....	25
1.7.1.	Temático.....	26
1.7.2.	Espacial.	26
1.7.3.	Temporal.	26
CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA		27
2.1.	Antecedentes de Investigación sobre el tema.....	27
2.1.1.	Estado del arte	27
2.1.1.1.	Investigaciones acerca del tema	27
2.1.1.2.	Aplicaciones en Arequipa y Jacobo Hunter	31
2.2.	Marco de Referencia Teórico.....	32
2.2.1.	Residuos sólidos.....	32
2.2.1.1.	Tipos de residuos sólidos	33
2.2.1.1.1.	Generación	34
2.2.1.1.2.	Composición	34
2.2.1.1.3.	Densidad.....	34
2.2.1.1.4.	Humedad	34
2.2.1.2.	Clasificación de residuos sólidos	34
2.2.1.3.	Manejo de residuos sólidos	36
2.2.1.4.	Almacenamiento de residuos sólidos	36
2.2.1.4.1.	Almacenamiento intradomiciliario.....	36
2.2.1.5.	Puntos críticos	37
2.2.2.	Transferencia y disposición final de residuos sólidos	38
2.2.2.1.	Tratamiento de residuos sólidos.....	38
2.2.2.1.1.	Reciclaje.....	38
2.2.3.	Rellenos sanitarios	39
2.2.3.1.	Tipos de rellenos sanitarios	40
2.2.3.1.1.	Rellenos sanitario mecanizado.....	40
2.2.3.1.2.	Rellenos sanitarios semimecanizados	40
2.2.3.1.3.	Rellenos sanitarios manuales	41
2.2.4.	Biodigestores.....	41
2.2.4.1.	Digestión anaeróbica.....	41
2.2.4.2.	Tipos de biodigestores.....	42
2.2.5.	Biogás.....	46
2.2.5.1.	Proceso de producción de biogás	46
2.2.5.2.	Aplicaciones del biogás y beneficios de la producción de Biogás.....	47

2.2.5.3.	Beneficios ambientales de la digestión anaeróbica	49
2.2.5.4.	Análisis FODA.....	49
2.2.5.5.	Matriz FODA	50
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....		53
2.3.	Aspectos metodológicos de la Investigación	53
2.3.1.	Diseño de Investigación	53
2.3.2.	Tipo de Investigación	53
2.3.3.	Métodos de Investigación	53
2.3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación	53
2.3.5.	Plan Muestral	54
2.3.5.1.	Población Objetivo.....	54
2.3.5.1.1.	Caracterización.....	54
2.3.6.	Recolección de la información.....	57
2.3.7.	Procesamiento de la información	57
2.3.7.1.	Análisis de la información e interpretación de resultados.....	57
2.4.	Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora.....	57
2.4.1.	Herramientas de Análisis, planificación, desarrollo y evaluación	57
CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....		59
3.1.	Situación actual del distrito.....	59
3.1.1.	Marco legal local, provincial, regional y nacional	59
3.1.1.1.	Ley N° 1278	59
3.1.1.2.	<i>Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales - Decreto Legislativo N°</i>	
3.1.1.3.	<i>Ley que regula la actividad de los recicladores - Ley N° 29419.....</i>	60
3.1.1.4.	Ley General del ambiente - LEY N° 28611	61
3.1.1.5.	Política Nacional del ambiente.....	61
3.1.2.	Aspectos técnicos – operativos	62
3.1.3.	Generación y composición de residuos sólidos.....	62
3.1.3.1.	Generación de los residuos sólidos domiciliarios	62
3.1.3.2.	Almacenamiento de residuos	65
3.1.3.2.1.	Almacenamiento domiciliario	65
3.1.3.2.2.	Almacenamiento en espacios públicos.....	65
3.1.3.2.3.	Dificultades de almacenamiento	65
3.1.3.2.4.	Puntos críticos	66
3.1.4.	Servicio de barrido	66
3.1.5.	Rutas de barrido	67
3.1.6.	Servicio de recolección y transporte de residuos sólidos	73
3.1.7.	Servicio de recuperación y tratamiento.....	75

3.1.8.	Transferencia de residuos sólidos	76
3.1.9.	Servicio de disposición final y reciclaje.....	76
3.1.9.1.	Descripción	76
3.1.9.2.	Reciclaje.....	77
3.1.10.	Aspectos administrativos, económicos y financieros.....	78
3.1.10.1.	Financiamiento.....	78
3.2.	Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios.....	81
3.2.1.	Recolección de la información.....	81
3.2.1.1.	Determinación parámetros:	84
3.2.2.	Análisis de resultados.....	84
3.3.	Evaluación y análisis del manejo de residuos sólidos (indicadores).....	90
3.3.1.	Reclamos presentados, análisis de eficiencia.....	91
3.3.2.	Costos relacionados al manejo de residuos solidos.....	91
3.4.	Identificación de los puntos de mejora.....	96
CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA		99
4.1.	Diseño del plan.....	99
4.1.1.	Recopilación de Datos del Problema y planteamiento de mejoras	99
4.2.	Mejoras identificadas	99
4.2.1.	Implementación de un biodigestor para procesar parte del 60% de materia orgánica desechada por el distrito.....	99
4.2.1.1.	Estudio técnico para la implementación de un biodigestor en el distrito de Jacobo Hunter 100	
4.2.1.2.	Estudio metodológico.....	101
4.2.1.2.1.	Etapas de diseño y planificación.....	101
4.2.1.2.2.	Selección de instalación	102
4.2.1.2.3.	Criterio de selección de tamaño	102
4.2.1.3.	Implementación.....	113
4.2.1.3.1.	Requerimientos	113
4.2.1.3.2.	Condiciones técnicas.....	113
4.2.1.4.	Cadena de valor.....	116
4.2.1.5.	Localización:	116
4.2.1.6.	Recolección de residuos sólidos orgánicos	118
4.2.1.7.	Abastecimiento de agua	120
4.2.1.8.	Balance de materia	121
4.2.1.9.	Aprovechamiento de desperdicios	122
4.2.1.10.	Potencial de ahorro.....	123
4.2.2.	Actualización y/o elaboración del plan de manejo de residuos sólidos tipo domiciliarios.....	123

4.2.2.1.	Elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios para el Municipio de Jacobo Hunter.	124
4.2.2.1.1.	Objetivos generales	125
4.2.2.1.2.	Objetivos específicos	126
4.2.2.2.	Metas del plan	126
4.2.2.3.	Líneas de acción.....	126
4.2.2.3.1.	Formulación del plan de acción del Plan de Manejo de Residuos Sólidos	127
4.2.2.4.	Ejecución del Plan de Manejo de Residuos Sólidos	128
4.2.2.4.1.	Estrategias	129
4.2.2.5.	Mecanismos de ejecución a corto y mediano plazo	130
4.2.3.	Concientización y acceso a reciclaje por parte del distrito de Jacobo Hunter.....	131
4.2.3.1.	Plan de concientización ambiental al distrito de Jacobo Hunter	131
4.2.3.1.1.	Objetivos generales	131
4.2.3.1.2.	Objetivos específicos	131
4.2.3.1.3.	Diagnóstico inicial	131
4.2.3.2.	Plan de acción y actividades	132
4.2.3.2.1.	Programa de difusión y comunicación con los pobladores del distrito de Jacobo Hunter.	132
4.2.3.2.1.1.	Desarrollo del programa.....	132
4.2.3.2.2.	I. Programa de difusión y comunicación con los pobladores del distrito de Jacobo Hunter.	132
4.2.3.2.3.	Plazos	143
4.3.	INVERSIÓN	143
4.3.1.1.	Costos de implementación	143
4.3.1.2.	Inversiones fijas intangibles.....	144
4.3.1.3.	ESTRUCTURA DE INVERSIÓN.....	145
4.4.	Evaluación de la Propuesta de Mejora	146
4.4.1.	Evaluación de la Productividad, Calidad y Seguridad	146
4.4.2.	Evaluación del Impacto Social.....	147
4.4.3.	Evaluación del Impacto Medioambiental.....	147
	CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
5.1.	Conclusiones.....	151
5.2.	Recomendaciones.....	154
	Bibliografía	155
	ANEXOS	160
	ANEXO 1.....	160
	ANEXO 2.....	161
	ANEXO 3.....	163

ANEXO 4: ENTREVISTA GODOFREDO PEÑA	166
ANEXO 5: ENTREVISTA REGIDORA AMBIENTAL DE JACOBO HUNTER	169
Lisseth Brendali Concha Velasquez	169
liss_2709_bcv@hotmail.com	169
ANEXO 6: POTENCIAL DE AHORRO	172

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Proyección de población y Residuos sólidos (2014 – 2028)	2
Tabla 2: Tipo de residuos sólidos	3
Tabla 3: Residuos sólidos no domiciliarios	4
Tabla 4: Actores locales del distrito.....	8
Tabla 5: Diagrama de clima y precipitaciones del distrito de Jacobo Hunter	10
Tabla 6: Rango de edades	11
Tabla 7: Residuos sólidos no domiciliarios	15
Tabla 8: Número de predios	16
Tabla 9: Clasificación de residuos sólidos	33
Tabla 10: Clasificación de residuos sólidos	35
Tabla 11: Papel y reciclables	39
Tabla 12: Características del biogás	46
Tabla 13: Matriz FODA	50
Tabla 14: Predios domiciliarios en Jacobo Hunter.....	55
Tabla 15: NSE para Jacobo Hunter	56
Tabla 16: Proyección de población y Residuos sólidos (2014 – 2028)	62
Tabla 17: Residuos sólidos por tipo	64
Tabla 18: Rutas de barrido de vías asfaltadas	67
Tabla 19: Pago mensual por tonelada de residuos domiciliarios	77
Tabla 20: Arbitrios domiciliarios	79
Tabla 21: Elementos logísticos.....	83
Tabla 22: RESIDUOS SÓLIDOS PER CÁPITA.....	85
Tabla 23: RESIDUOS ORGÁNICOS.....	87
Tabla 24: PAPEL Y CARTÓN.....	88
Tabla 25: PLÁSTICO.....	89
Tabla 26: Comparación de residuos sólidos.....	90

Tabla 27: Precios de combustible	91
Tabla 28: Costos anuales por combustible	92
Tabla 29: Costos anuales por mantenimiento	92
Tabla 30: Costos anuales por personal	93
Tabla 31: Costos anuales EPPs.....	93
Tabla 32: Costos anuales por disposición final.....	94
Tabla 33: Costos finales anuales.....	94
Tabla 34: Morosidad.....	95
Tabla 35: ESCENARIOS.....	96
Tabla 36: Escenarios.....	100
Tabla 37: Cálculos detallados.....	103
Tabla 38: ESCENARIO 1	104
Tabla 39: Inversión.....	105
Tabla 40: ESCENARIO 2	106
Tabla 41: ESCENARIO 2	107
Tabla 42: ESCENARIO 3	108
Tabla 43: ESCENARIO 3	109
Tabla 44: Características del biodigestor	111
Tabla 45: Biodigestor Rottaler	114
Tabla 46: Cadena de valor.....	116
Tabla 47: Plazos de acción.....	128
Tabla 48: Matriz FODA	129
Tabla 49: costos radiales	134
Tabla 50: costos afiches.....	138
Tabla 51: costos afiches.....	141
Tabla 52: Inversión en activos tangibles.	143
Tabla 53:Detalle de la inversión en equipos	144

Tabla 54:Inversión activos intangible	144
Tabla 55:Resumen gastos de inversión.....	145
Tabla 56: Personal administrativo: primer año de operación	145
Tabla 57: Potencial de ahorro	146
Tabla 58: Clasificación de las actividades que provocan impactos ambientales, según el Banco Mundial.....	148
Tabla 59: Matriz de impacto ambiental	149
Tabla 60: Matriz de impacto ambiental	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Uso de suelos.....	13
Figura 2: Biodigestor tipo Batch	43
Figura 3: Etapas del biodigestor de Batch	44
Figura 4: Biodigestor tipo chino	45
Figura 6: Ruta 1	68
Figura 7: Ruta 2	69
Figura 8: Ruta 3	69
Figura 9: Ruta 4	70
Figura 10: Ruta 5	70
Figura 11: Ruta 6	71
Figura 12: Ruta 7	71
Figura 13: Ruta 8	72
Figura 14: Ruta 9	72
Figura 15: Ruta 10	73
Figura 16: Ubicación de Quebrada Honda.....	75
Figura 17: Organigrama.....	80
Figura 18: Mapa de Jacobo Hunter	81
Figura 19: Viviendas seleccionadas.....	82
Figura 20: Planta de biogás	110
Figura 21: Temperaturas	112
Figura 22: Ubicación	117
Figura 23: etapas para el diseño de un plan de manejo de residuos solidos	125
Figura 24: Afiche 01	135
Figura 25: Afiche 02	136
Figura 26: Afiche 03	137
Figura 27: Tríptico 01	139

9. INTRODUCCIÓN

Siguiendo con la tendencia medioambiental, de reciclaje, reducción y reutilización de los residuos sólidos, para minimizar el impacto medioambiental que es latente en esta época, acompañado de que el distrito de Jacobo Hunter tiene deuda por el manejo de residuos sólidos con la Municipalidad Provincial de Arequipa, se tiene que para resolver este problema se realizará:

El capítulo 1: con el planteamiento teórico donde se detallan los antecedentes, el contexto y los aspectos políticos, sociales y ambientales del distrito, así como los biodigestores en el Perú y en Arequipa. También tocaremos en detalle el planteamiento del problema, los objetivos, justificación y alcances del proyecto.

El capítulo 2: con el marco de referencia tomando en cuenta el estado del arte y el marco de referencia teórico, detallando los residuos sólidos, su clasificación, manejo, almacenamiento, también los rellenos sanitarios, los biodigestores y el biogás.

El capítulo 3: tocará a fondo el planteamiento operacional, y la definición para la parte de investigación primaria, determinando el diseño, tipo, técnicas plan muestral entre otros.

El capítulo 4: es el Core de la investigación ya que muestra el diagnóstico actual del distrito, tanto en temas legales, técnicos de costos y de los servicios respecto al manejo de los residuos sólidos.

El capítulo 5: es la propuesta de mejora que se centra en 3 puntos importantes: la implementación de un biodigestor, el plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios y el plan de concientización ambiental al distrito, así como la evaluación económica del mismo.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Generales de la organización

1.1.1. Antecedentes y condiciones actuales de la organización.

El distrito de Jacobo Hunter, de acuerdo a información actualizada al 2015 del INEI está compuesto por un total de 48,326 entre rangos de edades de 0 a 90 años. (INEI, 2015). Como podemos observar la población en Jacobo Hunter no es muy grande, representando solo el 6% de Arequipa Metropolitana.

La situación actual del manejo de residuos sólidos en Jacobo Hunter, de acuerdo con el documento “Manejo de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter”, donde se indica que se hace una gestión deficiente por falta de recursos económicos, falta de capacitación y falta de conciencia ambiental. El servicio de recolección es realizado por la Sub Gerencia de Servicios Comunes y Medio Ambiente, a través del departamento de Limpieza Pública. La recolección es realizada mediante compactadoras y volquetes de baranda, apoyados con el personal de limpieza pública. En la actualidad existen zonas de limpieza crítica en el distrito, ya que no pueden llegar los camiones a dichos lugares. (Sub Gerencia de Servicios Comunes y Medio Ambiente, 2015, pág. 26). Como se puede observar, la recolección en teoría es eficiente, sin embargo también se menciona que los residuos sólidos tienen una gestión deficiente, por diversos factores.

En la actualidad se tiene que De acuerdo al documento “Manejo de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter” se indica que en el 2015 los habitantes producían 0.415kg/habitante/día. De acuerdo a este dato se hace una proyección al 2025 acerca de la cantidad per cápita de RRSS. En la siguiente tabla podemos observar la proyección de población y residuos sólidos per cápita en el distrito de Jacobo Hunter, el cuadro fue calculado en base a un factor de crecimiento de la población y de la producción de residuos sólidos. La fuente principal de la población fue extraída del INEI y acerca de la producción per cápita, fue extraído del documento de “Plan de Manejo de RRSS de Jacobo Hunter”.

Tabla 1: Proyección de población y Residuos sólidos (2014 – 2028)

AÑO	POBLACIÓN	GPC ESTIMADA (kg/día)	RRSS GENERADOS (TONELADAS/DÍA)	RRSS GENERADOS (TONELADAS/AÑO)
2014	48247	0.414	19.99	7296
2015	48326	0.415	20.06	7320
2016	48405	0.416	20.12	7344
2017	52494	0.451	23.66	8637
2018	52580	0.452	23.74	8666
2019	52752	0.453	23.90	8723
2020	53012	0.455	24.13	8809
2021	53360	0.458	24.45	8925
2022	53798	0.462	24.85	9072
2023	54329	0.467	25.35	9252
2024	54955	0.472	25.93	9466
2025	55679	0.478	26.62	9717
2026	56505	0.485	27.42	10008
2027	57437	0.493	28.33	10340
2028	58480	0.502	29.37	10719

Nota: Calculado en base a los documentos de INEI Y MUNICIPALIDAD DE JACOBO HUNTER.

Detalle del cálculo: Factor de crecimiento (calculado en base al promedio del crecimiento de 2014 y 2015 y 2017) = 1.04305463

Del cuadro se desprende que es sumamente necesario mejorar el manejo de residuos sólidos así como optimizar el proceso mediante una tecnología auto sostenible, como el biodigestor que la presente tesis propone.

La recolección de residuos sólidos está normada de acuerdo a la gestión como la Política Ambiental Nacional y el Plan Nacional de Acción Ambiental, así como el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos, según estos tres son los principales para el diagnóstico e implementación de una posible mejora.

El Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos del año 2016 – 2024 indican que en el año 2002 se llega a estimar que se generaría los residuos tipo

sólidos municipales, en 12986 Tn/ diarias, en términos de nivel nacional, lo que equivaldría a 4.74 millones de tn anuales, de estos montos se tiene que el 73.7% es recolectado por los servicios municipales y el 19.7 de este porcentaje era dispuesto en rellenos sanitarios (Ministerio del Ambiente, 2016). Como se menciona anteriormente, la sociedad arequipeña necesita concientización, la carente capacitación y educación acerca del manejo de RRSS necesita un latente control.

En la actualidad la caracterización para el distrito de Jacobo Hunter desprende que el 60% de RRSS se refieren a materia orgánica, como podemos observar en la tabla 2.

Tabla 2: Tipo de residuos sólidos

TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	%
Materia orgánica	60.75%
Madera, follaje	4.08%
Papel	3.80%
Cartón	3.25%
Vidrio	1.75%
Plástico PET	2.89%
Plástico duro	1.73%
Bolsas	2.43%
Fillm	1.01%
Carón multilaminado (tetra pack)	0.65%
Tecnopor y similares	0.50%
Metal	2.37%
Telas	1.16%
Caucho, cuero, jebe	0.81%
Pilas	0.04%
Restos de medicinas, focos, etc.	0.16%
Residuos sanitarios	10.02%
Residuos inertes	2.19%
Acrílico, CDs	0.03%
RAEE	0.38%
Total	100.00%

Nota: Tomado de "Plan de manejo de Residuos Sólidos del distrito de Jacobo Hunter" de la Municipalidad de Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 31)

De la tabla anterior se desprende que la materia orgánica representa el 60%, lo que es un claro indicativo que un biodigestor podría ser la mejor opción para optimizar el manejo de RRSS.

Tabla 3: Residuos sólidos no domiciliarios

TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	TN/DÍA	%
Establecimientos comerciales	4.2	46.77%
Terminal terrestre y terrapuerto	0.71	7.91%
Instituciones educativas	0.53	5.90%
Mercado	0.14	1.56%
Centros comerciales	0.03	0.33%
Terminal de papa	0.24	2.67%
Barrido	0.33	3.67%
Áreas verdes	0.33	3.67%
Otros	2.47	27.51%
Total	8.98	100.00%

Nota: Tomado de “Plan de manejo de Residuos Sólidos del distrito de Jacobo Hunter” de la Municipalidad de Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 31)

Si bien el plan es del 2015, es la última información válida con la que se cuenta. Es importante recalcar que si solo es 19% va a rellenos sanitarios, la implementación de un sistema de mejora es necesaria.

La biodigestión anaeróbica ya ha sido implementada en países en desarrollo como México por ejemplo. La biodigestión anaeróbica es un proceso de degradación biológica incompleta, las bacterias degradan la materia orgánica y a cambio liberan el biogás. El biogás contiene gas metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), el gas metano es la fuente de energía dentro del biogás. (FAO, 2017). Actualmente en Arequipa, de acuerdo a la página de COPASA, se tiene que en la zona Cuenca Sur Oriental de Arequipa, se implementó un biodigestor, de donde se tiene que “El presente proyecto se implementó en el ámbito de la

Cuenca Sur Oriental de Arequipa, con el propósito de mejorar la gestión y el aprovechamiento de los residuos (sólidos y líquidos) para la generación de energía y producción de sub productos orgánicos (fertilizantes orgánicos) para su reutilización en los principales cultivos del ámbito de intervención, con el cual se busca elevar la productividad de sus cultivos, reducir los costos de producción y tener acceso a energías renovables. Al mismo tiempo que se pueda reducir los impactos ambientales negativos aprovechando los residuos generados por la actividad agropecuaria del Distrito. El proyecto también pretende mostrar los beneficios financieros y ambientales que se logran al adoptar la tecnología de Biodigestores, y la fácil adopción y desarrollo de capacidades de los agricultores en el uso de tecnologías limpias.” (COPASA, 2018). Podemos concluir entonces que este proyecto tiene potencial para ser aplicado en el distrito de Jacobo Hunter, donde los residuos orgánicos son de 60%, así como los planes de concientización, entre otros. El biodigestor se ve como un futuro cercano que permitiría ser sostenible al distrito en el aspecto de manejo de Residuos sólidos.

1.2. Sector y actividad económica.

Dentro de los principales actores en este proyecto se encuentra la Municipalidad Distrital de Jacobo Hunter, siendo esta del sector público, desarrollándose con una actividad económica de acuerdo a esto, como Municipalidad.

1.2.1. Visión y misión

La visión de la Municipalidad Distrital de Jacobo Hunter es

“Jacobo Hunter, es un Distrito de perfil urbano moderno, vialmente integrado al resto de Arequipa Metropolitana, donde Municipalidad y Sociedad Civil plenamente identificadas con el desarrollo, generan iniciativas, conciertan recursos y unen esfuerzos, para mejorar la seguridad y calidad de vida del vecindario, fortalecer la economía local y preservar el entorno natural y ambiental”. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2017).

La misión de la Municipalidad Distrital de Jacobo Hunter es:

“La Municipalidad Distrital Jacobo Hunter, es una entidad de gobierno local que gestiona y promueve el desarrollo urbano sostenible y la adecuada prestación de los servicios básicos, públicos, sociales y municipales. Concerta y coordina las iniciativas de participación del vecindario y de las instituciones públicas y privadas. Atrae recursos para el desarrollo e inversión para fortalecer la economía local.” (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2017).

1.2.2. Política de la Organización.

Respecto a la política organizacional, es relevante mencionar lo referente a residuos sólidos.

En el documento “Plan de Manejo de Residuos Sólidos en el distrito de Jacobo Hunter” se hace mención a la educación sanitaria y ambiental, descentralización, multisectorialidad, información y vigilancia y participación ciudadana. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015). Es importante mencionar que el caso de participación ciudadana es una de las políticas que necesitan mayor atención, así como redefinir la concientización para canalizar la información y los elementos de apoyo con la población.

1.2.3. Organización.

El distrito de Jacobo Hunter fue creado en 1990 de acuerdo a la resolución número 25225, el 02 de junio. Está ubicado en el sureste de la ciudad de Arequipa.

El distrito tiene un plan medioambiental para la recolección de residuos sólidos del 2015, sin embargo, no se cuenta con información directa del municipio más actualizada, asimismo, esta tesis propone una actualización al plan, así como la mejora mediante la implementación de un biodigestor.

1.2.4. Principales procesos y operaciones.

A continuación se hará mención que a los procesos que componen la recolección y desecho de los residuos sólidos.

Para la recolección de los residuos sólidos se tienen 2 tipos de recolección: por barrido y por transporte. En el capítulo 4 **DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**, se dará más detalle acerca de los recorridos por ruta de barrido, las zonas críticas de barrido, los equipamientos e implementos necesarios, así como el recojo por transporte, tomando en cuenta las rutas de recolección, y los tipos de recojo, incluyendo el comercial y el domiciliario. Así como los puntos críticos. En este punto es importante mencionar que hay zonas de difícil acceso y que requieren un método especial para la recolección de residuos sólidos (método aún no propuesto), una de las zonas es el terminal terrestre, por el excesivo tránsito peatonal. Luego de la recolección se tiene el servicio de recuperación y tratamiento de residuos sólidos, con la denominación “Programa de Segregación de Residuos Sólidos en la Fuente” que entró en funcionamiento en el 2011 hasta el 2014, los residuos no son tratados y solo son manejados por la Asociación de Recicladores de Medio Ambiente del Perú. Luego la transferencia de residuos y la disposición final y reciclaje.

1.3. Contexto

1.3.1. Aspectos político sociales

Los actores sociales involucrados en el manejo de los residuos sólidos son todos los pobladores del distrito, sin embargo, de acuerdo al MINAM y al manual de manejo de residuos sólidos del 2015 del distrito, se tiene que los actores involucrados directamente son:

Tabla 4: Actores locales del distrito

Sectores	Responsabilidades	Actores	A f a v o r	I n d i f e r e n t e	E n c o n t r a	A l t o	M e d i o	B a j o
Municipalidad	Autoridades políticas	Responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de RRSS, limpieza de vías, espacios, monumentos públicos en su jurisdicción	x			x		
Comisiones Ambientales locales	Miembros de la comisión ambiental municipal	Instancia de carácter multisectorial y territorial, debe coordinar y concertar la política ambiental local	x				x	
Población	Juntas vecinales, club de madres, comedor popular, vaso de leche	Incide en la generación de RRSS y mantenimiento de las condiciones de limpieza del distrito		x			x	
Empresas y sector privado en general	Terminal terrestre, centros comerciales, otros	Generan RRSS, los cuales deben ser manejados bajo la responsabilidad de la empresa		x			x	
Empresas de residuos sólidos	Recicladores, comercializadores	Empresas, MUPES y asociaciones que se encuentran en resguardo de la Ley de recicladores, relacionadas a RRSS		x				x
Instituciones de formación académica	Docentes, jóvenes universitarios	Disponen de personal calificado e investigaciones en campos relacionados		x				x
Organizaciones no gubernamentales o cooperación técnica	ONG	Pueden aportar investigaciones, capacitación, creación de conciencia ambiental, asistencia técnica y recursos para contribuir con el sistema de gestión y manejo de RRSS	x					x
Medios de comunicación	Radio, televisión local, diarios	Aliados indispensables para abordar los temas de educación, debate y difusión		x		x		
Gobierno central	MINAM, OEFA, Centro de Salud, DIGESA, fiscalía de prevención del delito	A través de sus oficinas centrales, regionales, o locales, los diversos ministerios ejercen sus facultades para regular, fiscalizar y promover buenas prácticas de manejo de RRSS dentro de sus respectivos ámbitos de competencia	x				x	
Otros	Municipalidad Provincial de Arequipa, iglesia, redes ambientales	Instituciones públicas y privadas que ejercen sus facultades para promover buenas prácticas de manejo de RRSS		x			x	

Nota: Adaptado de “Manual de manejo de Residuos Sólidos del distrito de Jacobo Hunter” (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015)

De la tabla anterior se desprende que hay relaciones predominantes, es decir aquellas con afinidad frente a los conflictos, las cuales pueden estar a favor, indecisos o en contra, al igual que la jerarquización del poder, definido por la cantidad como capacidad del actor de limitar o facilitar las acciones que se emprenda con la intervención, pueden ser de jerarquía alta, donde predomina la influencia sobre los demás, media, que es medianamente aceptada, y baja donde no hay influencia sobre los demás actores.

De la tabla se observa que las gestiones tienen una relación predominante **a favor** con la Municipalidad, Comisiones ambientales Locales, Organizaciones no gubernamentales y el Gobierno central, **indiferente** con la población, empresas del sector privado, empresas de RRSS, instituciones de formación académica y otros. De jerarquía **alta** son La Municipalidad, y los medios de comunicación. Jerarquía **media**, las comisiones, población, empresas del sector privado, gobierno central y otros, y finalmente de jerarquía **baja** las empresas de RRSS, las instituciones de formación académica y las ONGs.

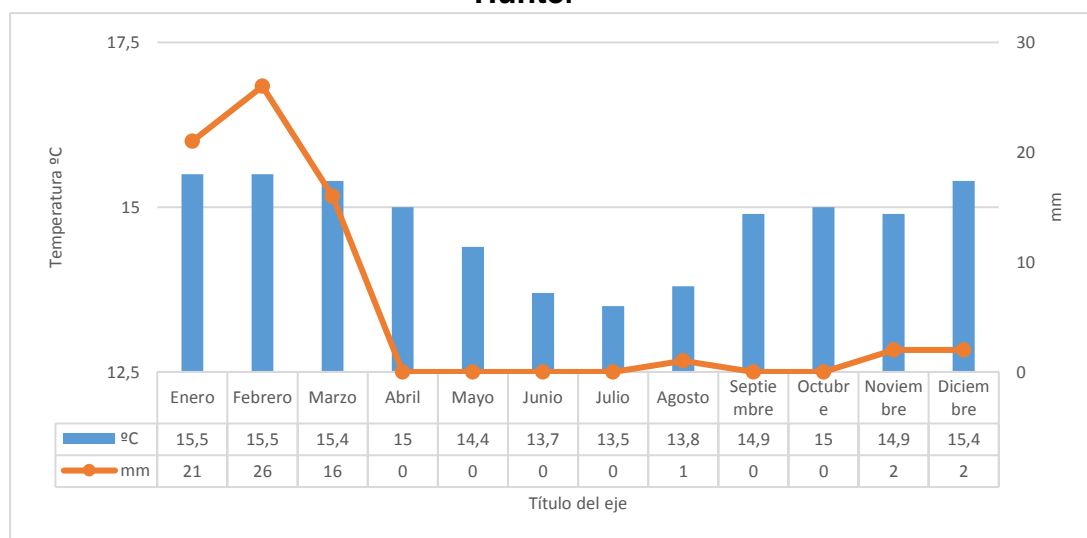
1.3.2. Aspectos ambientales

1.3.2.1. Clima

De acuerdo a la página que brinda data acerca del clima a nivel mundial, el distrito de Jacobo Hunter, presenta un clima desértico, donde no hay precipitaciones continuas en el año, la temperatura media es de 14.8°C y la precipitación media aproximada es de 26mm en febrero. (Climate data, 2019)

A continuación veremos el diagrama de temperatura y de precipitaciones

Tabla 5: Diagrama de clima y precipitaciones del distrito de Jacobo Hunter



Nota: Adaptado de Clima de Jacobo Hunter, Climate-data.org (Climate data, 2019)

Como se puede observar, en el mes de febrero es el mes con mayor precipitaciones, al igual que la temperatura, mes en el que alcanza la mayor temperatura. Se podría decir que las precipitaciones en los meses posteriores son mínimas o nulas.

1.3.3. Aspectos geográficos

De acuerdo al documento “Plan de desarrollo concertado Distrito Jacobo Hunter 2007-2015” indica que el distrito de Jacobo Hunter, fue creado por la ley N° 25225 el 02 de junio de 1990, al suroeste del núcleo urbano metropolitano de la provincia, departamento y región Arequipa, a 7KM de la Plaza de Armas. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015)

1.3.4. Aspectos sociales y económicos

1.3.4.1. Población

El distrito de Jacobo Hunter, de acuerdo a INEI está compuesto por 48,147 habitantes, en el distrito hay niveles socioeconómicos C, D, E, no encontramos el NSE A/B.

Es importante mencionar que la distribución de edades en el distrito de acuerdo a edades agrupa el mayor porcentaje en los niños y jóvenes, siendo la data de acuerdo a INEI 2015

Tabla 6: Rango de edades

Rango	%
0-18	31%
18-24	12%
25-34	17%
35-44	14%
45-54	11%
55-64	8%
65+	7%

Nota: adaptado de "Perú: población total al 30 de junio, por gruposQuinquenales de edad, según departamento, provincia y Distrito, 2015" (INEI, 2015)

Como se observa, siendo la juventud la mayor agrupación poblacional, la concientización será más fácil y la adaptabilidad del mismo será más fácil también.

1.3.4.2. Caracterización de las viviendas

La caracterización de acuerdo con INEI, ENAHO y la encuesta de caracterización de viviendas, se tiene que el 68.7% de casas son independientes el 10.4% son viviendas en casa de vecindad. Donde en su mayoría con el 73.2% son casas hechas de ladrillo o bloques de cemento, como material predominante, seguidas por el 2.9% de piedra o sillar y el 2.9% con madera. El material predominante de los pisos es el cemento con el 55.6%, seguido por las losetas, terrazos o similares con el 14.6%, los techos en su mayor parte son de concreto armado con el 71.8%. Las viviendas en su mayoría cuentan con 4 habitaciones, con el 20.5%, luego 3 habitaciones con el 16.2%, 5, con el 12.9%. Las viviendas en gran parte son propias, totalmente pagadas con el 57.9%, luego cedidas por otro hogar o institución con el 13.6%. El 90% de la población se abastece de agua por red pública dentro de la vivienda, el agua en su totalidad es potable. Acerca de las fuentes de energía el 90% usa gas para cocinar sus alimentos, el resto energía eléctrica. (INEI, ENAHO, 2017)

1.3.4.3. Aspectos económicos

Se define como población económicamente activa a todos aquellos que generen algún tipo de ingreso entre los 15 y 64 años, no se toman en cuenta los jubilados y aquellas personas que reciban alguna remuneración sin un trabajo de por medio. Actualmente según ENAHO Jacobo Hunter tiene un PEA del 78% (INEI, ENAHO, 2017).

1.3.4.4. Aspectos de la salud

En este punto, la atención a la salud empieza por los centros médicos regulados por MINSA y ESSALUD

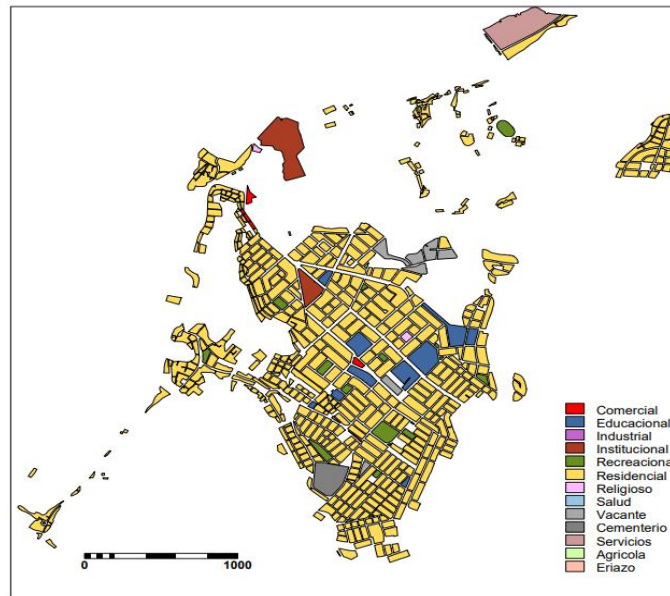
- MINSA:
- Centro de Salud de Hunter “Javier Llosa”
- Puesto de salud “Daniel Alcides Carrión”
- Puesto de salud “Ampliación Pampa del Cuzco”
- Puesto de salud “Chilpinilla”
- Puesto de salud “Caminos del Inca”
- Puesto de salud “Alto de la alianza”
- Puesto de salud “Terminal Terrestre”
- Puesto de salud “UPIS Paisajista”
- ESSALUD
- Posta Médica Hunter
- Otros: Espíritu Santo

Actualmente el 90% de la población está asegurada por algun organismo de IAFAS, según ENAHO

1.3.4.5. Caracterización de los suelos

De acuerdo al documento de la municipalidad donde se caracterizan los suelos, se observa:

Figura 1: Uso de suelos



Nota: Tomado de "MAPA DE PELIGROS Y LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE USOS DEL SUELO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA" (UNSA, 2001)

De donde se tiene que en su mayor parte es distrito es de naturaleza residencial, una parte educacional y otra recreacional, por lo que el objetivo de la implementación del biodigestor a base de residuos domiciliarios es viable.

1.3.4.6. Biodigestores en Perú

De acuerdo a investigaciones de la UCSP, se indica que "En Perú existen unos 200 biodigestores industriales, pero nuestro reto es desarrollar tecnología para aprovechar el biogás. Esta es una energía casi gratuita porque se genera con desechos orgánicos. Solo se invierten en los equipos. Su uso en la industria representa un importante ahorro en el consumo de electricidad" (Milón, 2012)

Se indica también en el documento Plan de Biodigestores en Perú de Hivos Y SNV, que: hay experiencia en la implementación de biodigestores a nivel doméstico, a nivel nacional o local hay institucionalidad para implementar el Programa Nacional de Biodigestores, es importante empezar por un distrito disciplinado, el biodigestor es una inversión rentable para el pequeño productor, tomando en cuenta el biogás y el biol como fertilizante, el domo fij y biodigestor de geomembrana son considerados válidos, hay un potencial de 330 biodigestores a nivel nacional. Hablando de precios, la inversión para un

pequeño productor está en un rango de S/ 500 a S/ 2000, considerando que el costo de un biodigestor típico está entre S/ 2552 y S/ 2923. Por otro lado, empresas productoras de biodigestores de Geomembrana como COPLAST GROUP y CIDELSA han comercializado alrededor de 360 biodigestores que han sido instalados por diferentes instituciones en diferentes regiones del país. (HIVOS, SNV, 2013)

1.3.4.6.1. Biodigestores en Arequipa

Actualmente la ciudad de Arequipa cuenta con varios biodigestores, entre ellos el instalado por Rico Pollo, con dos biodigestores de 12000m³ y uno de 10000m³, los mismos que se alimentan de estiércol de cerdos generando biogás. (ITP, 2017)

En abril del 2018 Yarabamba se preparaba para instalar un biodigestor para procesar estiércol y productos vegetales para generar gas y biol (Tiga, 2018)

En diciembre del 2018, el colegio Santa Clara fue premiado por un proyecto de 3 años de antigüedad, donde instalaron un biodigestor para la basura orgánica (Abarca, 2018)

Como podemos observar, en su mayoría, la instalación de biodigestores fue para procesar estiércol, para generar biogás y biol, objetivos que concuerdan con la presente investigación.

1.4. Planteamiento del Problema.

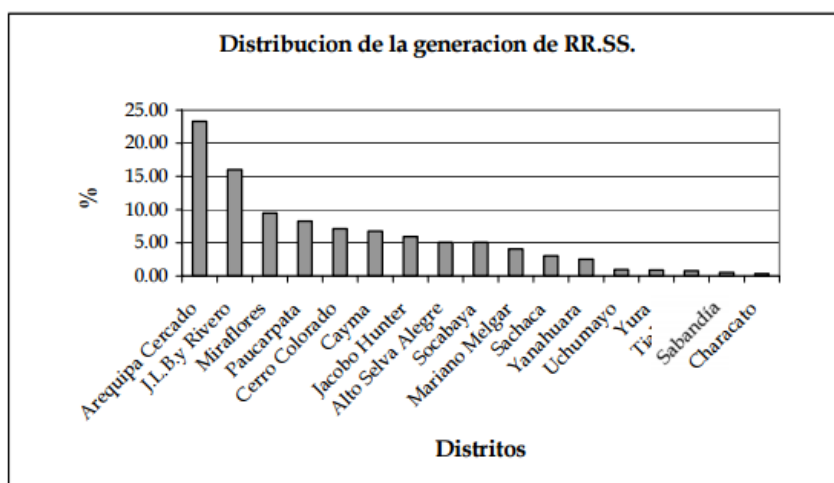
1.4.1. Descripción del Problema.

Primeramente se sabe que en términos generales, según Glynn “los residuos sólidos se definen como aquellos desperdicios que no son transportados por agua y que han sido rechazados porque ya no se van a utilizar. En el caso de los residuos sólidos municipales se aplican términos más específicos, a los residuos de alimentos putrescibles (biodegradables), llamados basura, y a los residuos sólidos no putrescibles, los cuales se designan simplemente como desechos” (J. Glynn , Heinke, & Escalona y García, 1999, pág. 14).

En un contexto general se tiene que en Arequipa al igual que en la mayoría ciudades del país y el desarrollo de sus zonas turísticas, implica también la generación de residuos sólidos en grandes cantidades, dichos que son de distintos tipos y naturalezas, los mismos que afectan la calidad de vida de la población y por lo mismo merece una gestión adecuada para minimizar impactos.

En un contexto específico, en el distrito de Jacobo Hunter, a pesar de ser un distrito pequeño con 2.02 km², cuenta con más de 48000 habitantes y una densidad de 29 651,47 hab/km², dato brindado por el INEI. Cuenta con un PEA de 17283, activa 15036 y desocupada 2247 (INEI, 2000). De sus habitantes se tiene que la Municipalidad de Jacobo Hunter brinda el dato que hay 0.415 kg/hab /día que generan un total de 35.08 Tn/día y representa el 5.93% del total de Arequipa. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2017).

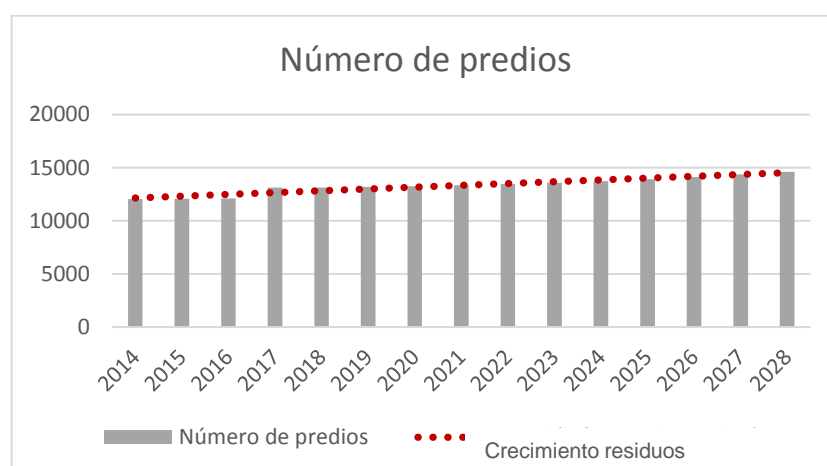
Tabla 7: Residuos sólidos no domiciliarios



Nota: Tomado de "Plan de manejo de Residuos Sólidos del distrito de Jacobo Hunter" de la Municipalidad de Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 31)

Como se puede observar la producción de residuos sólidos es promedio, sin embargo en el distrito la producción va a ser creciente, debido a que la población va a ir creciendo, como se sustenta en la siguiente tabla, de acuerdo al número de predios:

Tabla 8: Número de predios



Nota: Elaboración propia, basado en la fórmula de la "Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales (EC-RSM)" del Ministerio de Ambiente, (MINAM, 2010)

Como podemos observar, la producción de residuos sólidos es proporcional al crecimiento de la población del distrito en cuestión, motivo por lo que las incidencias del mal manejo van a traducirse en un impacto ambiental mayor al actual.

Entonces se tiene que la población para el 2019 va a producir un total de 23.90 tn/día, siendo esto 8723 tn/año, de donde se sabe que el 60% es de materia orgánica, y el resto de otros, entre madera, papel, madera, cartón, entre otros.

De acuerdo a esta información se tiene que para el diagnóstico de la situación actual, durante el mes de enero del 2017, las compactadoras del distrito Jacobo Hunter, transportaron al botadero municipal de Quebrada Honda, por lo que la comuna de Hunter pagó **10 mil 156 soles**, a la Municipalidad Provincial de Arequipa, que cobra 8 soles por cada tonelada de residuos sólidos que se deja.

Al respecto, el alcalde de la Municipalidad Distrital Jacobo Hunter, Simón Balbuena Marroquín, indicó que ese no es el único gasto que demanda el servicio de recojo de residuos sólidos, pues a ello se tienen que sumar **el mantenimiento de los vehículos compactadores, el combustible, las remuneraciones de los obreros y sus uniformes e indumentaria de seguridad**; todo lo que suma más de **990 mil al año; sin embargo, los contribuyentes por este concepto apenas llegan a pagar 408 mil soles.**

También se tiene que en cuanto a la población, la misma no tiene una gran conciencia ambiental, como indica la Municipalidad Distrital de Jacobo Hunter **“La población debe contribuir con la limpieza de nuestro distrito y también disminuir la contaminación ambiental no arrojando desechos en la vía pública, tratando de reducir el consumo de plásticos y evitar la quema de basura.”** (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015) Para esto es importante recalcar que el distrito solo se mantendrá limpio si es que la población pone de su parte.

Entonces se tiene que el distrito maneja los residuos depositándolos en el botadero de Quebrada Honda, teniendo en cuenta que el reciclaje no es eficiente, debido a que **el Programa de Reciclaje alcanza a 4 mil familias del Cercado de Hunter y los AA.HH. de San Juan de Dios, Alto Alianza, Andrés Avelino Cáceres, El Carmen, Villa Sevilla, San Isidro, Augusto Freyre, Ampliación Pampa del Cusco**; las cuales han entregado sólo 65 toneladas de RR.SS. durante el 2016 a los recicladores formalizados por ARMA Perú. Entonces principalmente se tiene que los aportes tributarios por parte de la comunidad no son suficientes para cubrir el procesamiento de los residuos sólidos. Hay un déficit superior a los 500 mil soles anuales para cubrir los gastos, es imprescindible entonces encontrar nuevas formas de procesamiento de la basura y tal vez generar nuevos ingresos para la comunidad Jacobiana.

En este punto es importante mencionar que hay zonas de difícil acceso y que requieren un método especial para la recolección de residuos sólidos, una de las zonas es el terminal terrestre, por el excesivo tránsito peatonal. Luego de la recolección se tiene el servicio de recuperación y tratamiento de residuos sólidos, con la denominación “Programa de Segregación de Residuos Sólidos en la Fuente” que entró en funcionamiento en el 2011 hasta el 2014, los residuos no son tratados y solo son manejados por la Asociación de Recicladores de Medio Ambiente del Perú. Luego la transferencia de residuos y la disposición final y reciclaje

Si bien hay un plan de procesamiento de residuos sólidos, el reciclaje sólo alcanza 4000 familias de aproximadamente 12000, siendo menos del 35% cubierto. La optimización de procesamiento de la basura para alcanzar el 80%

de reciclaje como mínimo, sumado al procesamiento de los residuos sólidos mediante un biodigestor apoyara a que los gastos disminuirán y los beneficios tanto ecológicos como monetarios mejoraran.

Según PLANEFA 2017 del distrito de Jacobo Hunter: “El problema principal en la calidad ambiental en el distrito, es la inadecuada gestión de residuos sólidos municipales por parte de los administrados (viviendas, restaurantes, instituciones educativas, mercados, entre otros), en el distrito se generan aproximadamente 35tn/diarias de residuos sólidos municipales, siendo el 70% domiciliarios y 30% no domiciliarios, esto debido a que **la gran mayoría de la población no realiza la segregación en la fuente, dispone inadecuadamente de sus residuos (quema, reciclaje informal, disposición y/o venta de RAEE)** dejando residuos en la vía pública, no esperando el vehículo recolector, generando puntos críticos, causando daños al ambiente y provocando vectores que puedan dañar la salud” (MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JACOBO HUNTER, 2017). De acuerdo a lo afirmado por el PLANEFA tenemos como uno de los principales problemas en el distrito la falta de concientización en el distrito, así como la polución propia de la mala gestión.

Entonces, en conclusión se tiene que el problema en cuestión sería el ineficiente manejo de residuos sólidos **en cuestión de segregación domiciliaria y gestión de los mismos**, actualmente en el distrito de Jacobo Hunter, ya que de acuerdo al diagnóstico se tienen estos 4 principales puntos, actualmente se alcanzan solo a 4000 familias, cuando son cerca de 12 mil predios u hogares en cuanto al reciclaje, no hay un plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios actualizado al 2019, el manejo actual hace que existan puntos críticos de acumulación de basura, y finalmente la gestión actual acumula deudas con la Municipalidad de Arequipa y finalmente que no cuenta con un medio de tratamiento de residuos sólidos que sea eficiente en cuanto al tratamiento de materia orgánica, ya que el distrito produce 60% de la misma, que no es aprovechada.

Las principales causas son la creciente población del distrito, donde Jacobo Hunter produce un promedio de 35 t/día, representando el 5.93% de Arequipa, dato que proyectado al 2018, se tiene que serán 39 tn/día, teniendo como consecuencia la amenaza ambiental, afectando la sostenibilidad y sustentabilidad del medio ambiente, ya que como indica el PLANEFA 2017, los pobladores del distrito no realizan la segregación en la fuente ni disponen de sus residuos adecuadamente, indicando la falta de conciencia ambiental, y generando puntos críticos con alta acumulación de basura en dichos puntos.

Ante la creciente problemática se propone la instalación de un biodigestor para minimizar el impacto ambiental, así como la minimización de traslado de residuos sólidos domiciliarios al botadero de Quebrada Honda, ya que el 70% es del tipo residuos sólidos domiciliarios, implicando que la Municipalidad bajaría los impuestos prediales por lo mismo. Produciendo biol, biogás y compost que podrán ser aprovechados por la población urbana y rural.

En cuanto a lo expuesto, como indica el documento del Ministerio de Medio Ambiente, “Los residuos sólidos ordinarios y los residuos sólidos peligrosos son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y especialmente en las zonas industrializadas de los municipios, ya que generan impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los mismos y amenazan la sostenibilidad y la sustentabilidad ambiental. Es por esto que se debe tener especial cuidado en el manejo que se da a los residuos sólidos que generamos en nuestro hogar o en nuestro lugar de trabajo y estudio”, (Ministerio de Medio Ambiente). **El impacto ambiental negativo amenazando la sostenibilidad y sustentabilidad del medio ambiente.** Esto viene acompañado de las consecuencias del mal manejo, amenazando a la salud pública, al ambiente, al aspecto social y económico.

Debido a la necesidad de tomar medidas correctivas sobre la generación y disposición de los residuos sólidos y en la medida que la legislación ambiental

avanza, la comunidad se ve forzada a enfrentar con responsabilidad los impactos causados al ambiente.

La falta de educación sanitaria y de infraestructura para la correcta disposición y tratamiento de los residuos sólidos, contribuye al deterioro ambiental en la localidad, lo que compromete el bienestar de la comunidad, sobre todo en distritos como Jacobo Hunter.

1.4.2. Formulación del Problema (Interrogante principal)

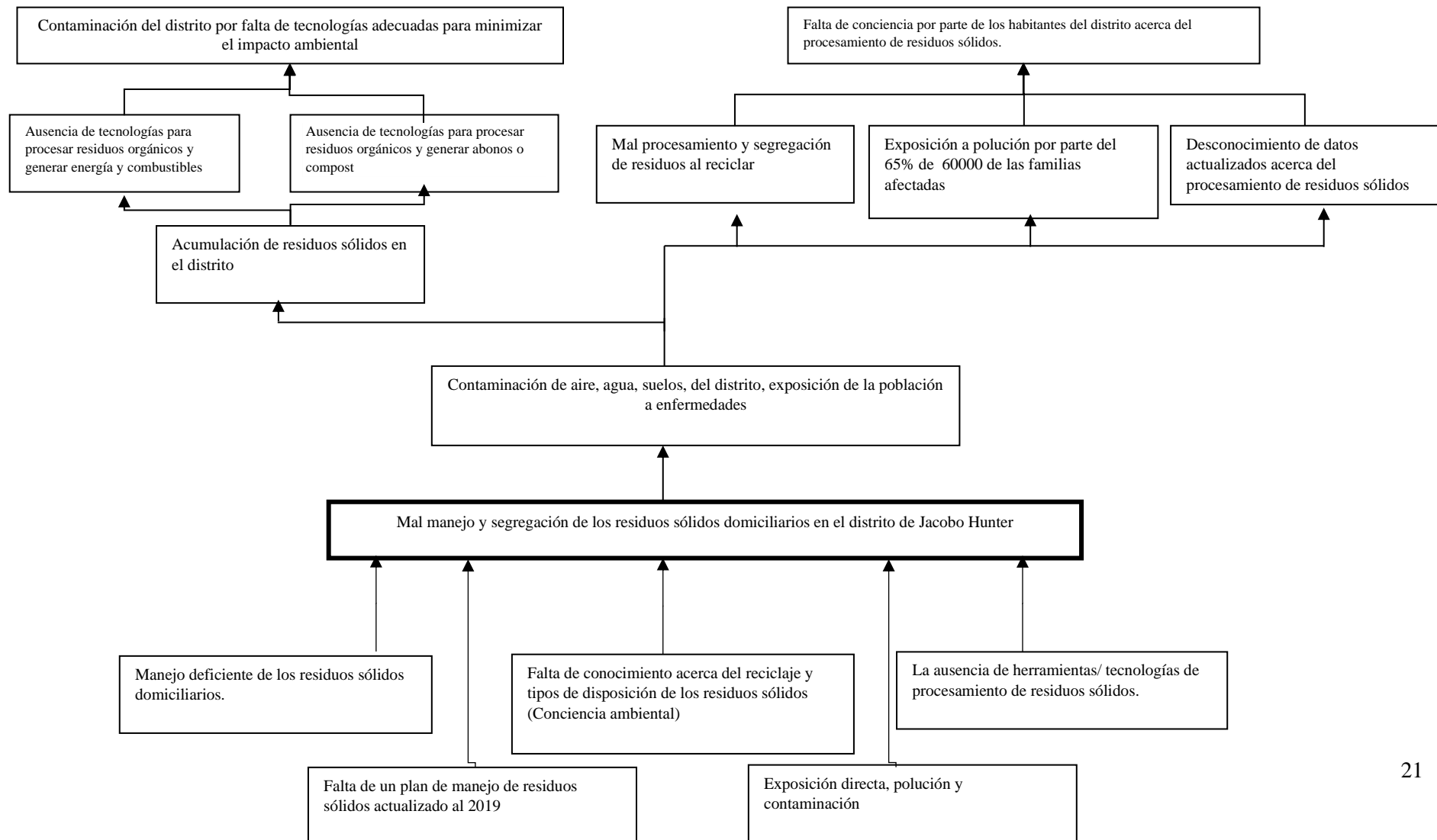
¿Se solucionarían los problemas existentes de segregación y gestión de residuos domiciliaria con el mejoramiento del manejo de residuos sólidos domiciliarios e implementación de un biodigestor en el distrito de Jacobo Hunter?

1.4.3. Interrogantes secundarias

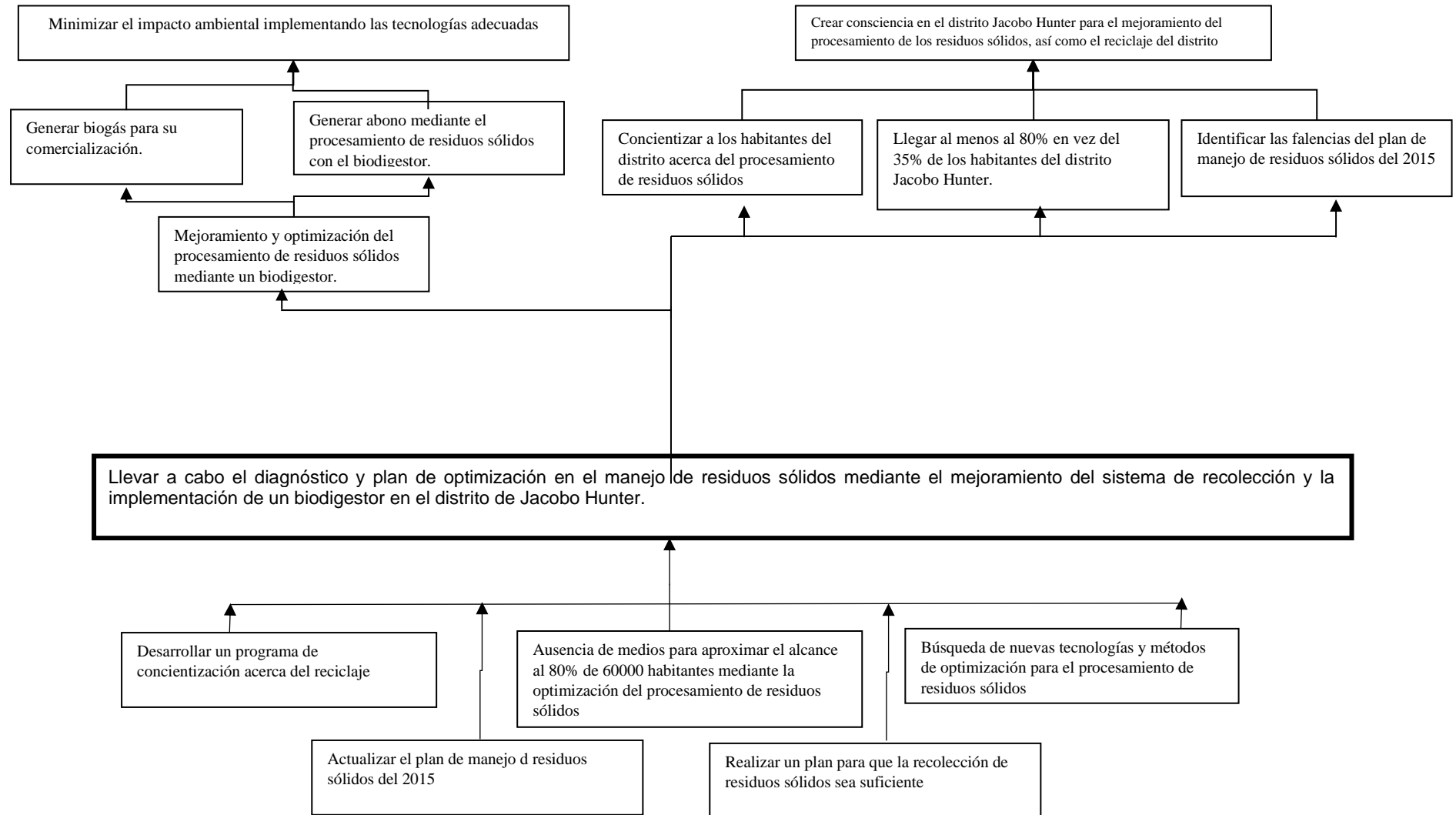
- ¿Cuáles son los problemas existentes de contaminación en el distrito de Jacobo Hunter, respecto a la recolección de residuos sólidos domiciliarios?
- ¿Cuáles son los problemas existentes de presupuesto, en el distrito de Jacobo Hunter, respecto a la recolección de residuos sólidos domiciliarios?
- ¿Cuáles son las opciones de mejoramiento para el manejo de residuos sólidos?
- ¿Es factible la implementación de un biodigestor en el distrito para el mejoramiento del manejo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter?
- ¿Existe un Plan de Manejo de Residuos sólidos domiciliarios actualizado al 2018, en el distrito de Jacobo Hunter?
- ¿Existe un Plan de Concientización al distrito de Jacobo Hunter acerca del manejo de residuos sólidos, para incentivar la importancia de la separación de desechos orgánicos mediante campañas concientizadoras?
- ¿Es necesario un estudio técnico para determinar los lineamientos principales para la implementación del método elegido para la optimización del manejo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter?

1.4.4. Sistematización del problema (Interrogantes secundarias)

1.4.4.1. ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



1.4.4.2. ARBOL DE FINES Y MEDIOS



1.5. Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Llevar a cabo el diagnóstico y plan de optimización en el manejo y segregación de residuos sólidos domiciliarios mediante la implementación de un biodigestor en el distrito de Jacobo Hunter para la minimización del impacto ambiental.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Ejecutar el diagnóstico del manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter.
- Elaborar el diseño del Plan de optimización de manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios que incluya los procedimientos generales y específicos que deberá seguir el Municipio de Jacobo Hunter para su ejecución, basado en Plan de Manejo del 2015 del distrito.
- Elaborar el diseño de un Plan de Concientización al distrito de Jacobo Hunter acerca del manejo de residuos sólidos, para incentivar la importancia de la separación de desechos orgánicos mediante campañas concientizadoras.
- Desarrollar el estudio técnico para el aprovechamiento de desechos orgánicos de la recolección de residuos sólidos para ser usados en un biodigestor y mediante este generar abono.
- Desarrollar el estudio de inversión y financiamiento del proyecto propuesto, para evaluarlo económica y financieramente.

1.6. Justificación del proyecto.

Dentro de la gestión ambiental, los municipios tienen la responsabilidad directa por ser entes jurídicos administrativos con suficiente autonomía política y que están estrechamente relacionados con los problemas de la comunidad a la que representan. El efecto nocivo de sus residuos sólidos urbanos dependerá de las actividades domiciliarias y tal vez comerciales que se desarrollen en el distrito. De ahí que, los residuos sólidos urbanos se los clasifique como inertes y domiciliarios. Existiendo en la actualidad una creciente preocupación sobre el

medio ambiente, asociada a la producción de desechos contaminantes, una sociedad responsable deberá revisar sus procesos de producción, sus operaciones comerciales y domésticas, además de considerar los beneficios económicos y ambientales que se obtienen al establecer programas que permitan reducir al mínimo los residuos sólidos urbanos en sus instalaciones.

1.6.1. Justificación Teórica

Mediante la presente investigación se pretende dar a conocer la situación actual, así como la mejora propuesta proyectada respecto a los beneficios brindados por el uso de un biodigestor. Aportando al conocimiento existente metodologías que podrán ser replicadas en otros distritos con situaciones similares.

1.6.2. Justificación Práctica

Debido a la latente necesidad de optimizar la gestión del sistema de recojo, actualización y mejoras en el tratamiento de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter es importante encontrar maneras para llegar a una solución viable que satisfaga todas las necesidades.

Es importante mencionar que son 3 factores a considerar en esta tesis:

1. La municipalidad de Jacobo Hunter no se da basto con el recojo de residuos sólidos, no llega a todas las familias y el presupuesto no le es suficiente.
2. El distrito de Jacobo Hunter tiene un plan ambiental pero de las 12000 familias solo 4000 reciclan o son conscientes respecto al medio ambiente, sistemas de reciclaje y segregación de residuos sólidos domésticos.
3. Los residuos sólidos son llevados al relleno sanitario, cuando podrían ser aprovechados para traer beneficios al distrito.

Debido a esto y con la ayuda del biodigestor que se pretende usar, acompañado del plan de concientización y manejo de residuos sólidos en el distrito se pueden solucionar los latentes problemas que están próximos a empeorar.

1.6.3. Política, Económica, Social y/o Medioambiental.

Como se comentó previamente el déficit en el presupuesto actual de cerca de 500 mil soles anuales pueden disminuir gracias a la optimización del tratamiento de residuos sólidos mediante un biodigestor que permita producir combustible y abono para su comercialización y así facilitar a la comunidad Jacobina la estabilidad que necesite respecto a este tema.

1.6.4. Profesional, Académica y/o Personal.

Personal como profesionalmente es importante poder ayudar como Ingenieros a las distintas comunidades de Arequipa, asimismo satisfacer la sed de conocimiento propia, es importante mencionar que la satisfacción por ayudar a otras comunidades con carencias o sin soluciones potenciales respecto a problemas latentes es un factor importante para desarrollar este tema de la tesis. Ambos como futuros Ingenieros nos sentimos orgullosos de poder solucionar problemas de gran escala y que sobretodo afectaría a personas positivamente, en este caso a la comunidad de Jacobo Hunter.

1.7. Alcances del Proyecto

El alcance de este proyecto es el diagnóstico y plan de optimización de la gestión integral de residuos sólidos cuyas fases son: generación y clasificación; limpieza de espacios públicos; recolección y transporte; tratamiento y disposición final. Este proyecto se concretará en el diagnóstico de la problemática de qué hacer con los desechos generados en el distrito de Jacobo Hunter y la elaboración de un Plan Integral para la Gestión de los Residuos Sólidos en el que se considerará la generación de residuos, análisis de los costos y sostenibilidad económica del proyecto, uso de un biodigestor para generar combustible o abono, frecuencia de la recogida de basura y rutas de recolección y por último una clasificación de los diferentes tipos de residuos identificados para su disposición final.

En la presente tesis se pretende tener límites temáticos, espaciales y temporales

1.7.1. Temático.

La tesis alcanza principalmente desde la conciencia por parte de la comunidad de Jacobo Hunter hasta el tratamiento final de los residuos sólidos. Es decir se va a optimizar el proceso de segregación de basura, optimización de proceso (rutas, procedimientos, disposiciones), optimización del tratamiento mediante el uso de un biodigestor para producir abono y combustible.

1.7.2. Espacial.

El proyecto se va a realizar en el departamento de Arequipa, ciudad Arequipa, distrito Jacobo Hunter.

1.7.3. Temporal.

El proyecto debería estar en marcha inmediatamente después de la aprobación de la tesis.

CAPITULO II: MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes de Investigación sobre el tema.

En este punto vamos a presentar el estado del arte de todos los casos similares en el tema.

2.1.1. Estado del arte

2.1.1.1. Investigaciones acerca del tema

- **Diseño de un biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral**

La tesis mencionada de Jorge Jimmy Arce Cabrera, indica que en el documento se plasma el diseño de un biodigestor, para producir gas metano a partir del estiércol de los animales, resolviendo una de las principales problemáticas, el consumo de energía a través de petróleos, se pretende evitar la depredación del medio ambiente, en bosques y el uso de estiércol de ganado para este propósito. El problema de su investigación fue la contaminación y el uso de energía. (Cabrera, 2011)

Usaremos la información de este documento para definir y determinar el funcionamiento de un biodigestor, así como su probable implementación, viendo factibilidad y viabilidad.

- **Gestión de residuos orgánicos en el restaurant El Mesón - Santa Anita para la producción de biogás**

El proyecto tiene como objetivo la mejora de la gestión de los residuos sólidos de restaurantes, guiados por el reciclaje para el restaurante “El Mesón. En esta investigación se usaron diversas herramientas de gestión para diagnosticar, planificar y probar la validez de la propuesta. En el documento se indica que “En el análisis de la gestión de residuos sólidos en restaurantes, se han empleado algunos conceptos económicos, ambientales y de gestión. Los residuos no son aprovechados y terminan en rellenos sanitarios, botaderos o son empleados en la alimentación de algunos animales de crianza en condiciones antihigiénicas.

Además, el juntar estos residuos en un relleno no es una solución sostenible, ya que el aumento de la población y, por tanto, de la generación de basura per cápita se ha convertido en un problema serio para Lima como toda gran ciudad, constituyéndose en una fuente importante de contaminación y emisión de gases de efecto invernadero al momento de su descomposición. En ese sentido, la alternativa que se propone es una forma eficiente de aprovechar los residuos orgánicos de los restaurantes utilizando la tecnología de los biodigestores, que hasta el momento no ha sido empleada en el ámbito urbano y el sector gastronómico en el Perú, con el fin de generar un valor compartido que beneficie tanto a los establecimientos entendidos como negocios como a la sociedad en su conjunto. Al alcanzarse estos resultados, el proyecto evidenciaría su viabilidad, utilidad y su contribución a la sostenibilidad de largo plazo”. (Guailupo Príncipe, Motta Serrano, & Quiroz Flores , 2017)

Es importante mencionar que la investigación mencionada nos servirá como referente para la presente tesis, usando referentes respecto al manejo de residuos sólidos, técnicas de gestión, así como la disposición de residuos para el uso de biodigestores, así como los beneficios del mismo.

- **Factibilidad de generación de energía eléctrica desde el biogás obtenido por el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Puno**

Esta investigación, como indica en su introducción “tiene como objetivo desarrollar una metodología para evaluar la factibilidad técnico económica para la generación de electricidad a partir del biogás recuperado en vertederos de residuos sólidos urbanos (RSU). Para ello, se realiza una descripción de las tecnologías disponibles para la generación de electricidad a partir de biogás de rellenos sanitarios (GRS), considerando ventajas y desventajas de cada una. También se analiza las fuentes de reducción de gases del efecto invernadero (GEI). Estas reducciones se deben, por un lado, a la captura y combustión del metano contenido en el biogás, y por otro, al reemplazo de los combustibles fósiles que debieran utilizarse para generar la misma cantidad de energía eléctrica que se generara a partir del biogás” (Blanco, Santalla , Córdoba , & Levy, 2017)

Como se indica, usaremos dicha investigación de referencia para analizar las ventajas desventajas, así como la producción de energía mediante el biodigestor, será útil también para ver un caso en el cual pueda replicarse modelos modernos, ya que esta investigación es de Argentina, donde hay soluciones renovables más evolucionadas.

- **Proyecto de gestión integral de los residuos sólidos domésticos en la ciudad de Guayaquil**

Se tomarán en cuenta dos estrategias propuestas en el proyecto, primero “la campaña de educación a los ciudadanos, utilización de bolsas y fundas biodegradables. Además de plantear ideas que nos llevaran al cuidado del ecosistema, se analizará la viabilidad de un cambio operativo en el negocio de recolección del Consorcio Puerto Limpio, (ya que se es un agente involucrado directo a las estrategias a implementar) donde sean capaces de realizar la separación de desechos sólidos domésticos que son entregados por los usuarios, y que debe realizarse previo a llevarlos a los rellenos sanitarios”. (Gavilanes Chancay, Olvera Martínez, & Vargas Bejarano, 2013)

De esta investigación se desprende importante información para la presente tesis, la concientización y reciclaje será primordial para guiarnos.

- **Análisis del manejo de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter, Arequipa 2015**

En esta investigación “Se propone realizar un análisis de la gestión de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter, para ello se desarrolla la caracterización de residuos sólidos y el análisis de los procesos de acuerdo a la ley General de residuos sólidos No. 27314, la cantidad generada de residuos sólidos es de 11,018.51 Tn/año, estableciéndose una producción per cápita de 30.09 Tn/día. De los 10 procesos de manejo de residuos sólidos establecidos en la ley 27314, sólo se cumplen siete, las cuales son: segregación en la fuente, reaprovechamiento, almacenamiento, recolección, comercialización, transporte, y disposición final; siendo sólo la recolección, comercialización y transporte de un nivel de cumplimiento intermedio; todos los demás procesos tienen un nivel

de cumplimiento ineficiente. Se establece indicadores de gestión en el manejo de residuos sólidos tales como la producción per cápita, 30.09Tn/día; cobertura de recolección de un 95%, costo total de limpieza pública de 81.08 soles/Tn, y con una morosidad del 57%. Se propone como una medida de mejora la instalación de un sistema de compostaje, al cual se le desarrolla a su dimensionamiento estableciéndose una necesidad de 13.26 ha para el desarrollo de la totalidad de los residuos orgánicos putrescibles.” (Cruz Alvarez, 2015)

Esta investigación será primordial para la presente tesis, servirá de fuente primaria para tener la información necesaria acerca del manejo de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter, para el 2015, ya que no se tiene información más actualizada a la fecha, y el plan de manejo de residuos sólidos en el distrito, permanece con fecha del 2015, por lo que tomaremos este año, como año base y presentaremos información proyectada a 10 años. Proponiendo mejoras respecto a manejo actual.

- **Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del distrito Jacobo Hunter, 2015**

El presente estudio tiene como objetivo “caracterizar los residuos sólidos domiciliarios del Distrito Jacobo Hunter, para ello se ha realizado la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en función de los parámetros físicos tales como, la generación per cápita, composición gravimétrica, contenido de humedad, densidad y comprensibilidad; en función de los parámetros químicos como el poder calorífico, potencial de hidrógeno y la evaluación C/N del compostaje elaborado a partir de los residuos orgánicos generados en las viviendas del distrito. Los resultados obtenidos indican que el per cápita del distrito Jacobo Hunter es de 0,413 kg/hab/día y que se generan 19,86 tn al día de residuos sólidos domiciliarios, además que el residuo que más se genera es el orgánico (restos de alimentos) equivalente al 62% y que solo el 14% (residuos sanitarios) deberían ir a un relleno sanitario, el estudio también indica que se podría recuperar energía si la disposición final de los residuos sólidos fuesen por incineración, ya que el poder calorífico inferior es de 1 208,00 kcal/kg. Este estudio permitirá mejorar el sistema de manejo de residuos sólidos en la recolección, disposición final” (Concha Velásquez, 2014)

Tanto la mención anterior como esta serán primordiales para la presente tesis, siendo fuentes primarias trascendentes, por los motivos ya mencionados en el punto “i”

- **Manejo de residuos sólidos en la Ciudad de Arequipa**

Yangua indica: “El manejo de residuos sólidos es uno de los mayores problemas de hoy en día por la progresiva producción de residuos sólidos por habitantes que podemos generar cada día ya sea residuos domésticos, industriales, mineros, hospitalarios entre otros y teniendo en cuenta si pueden ser residuos peligrosos según sus características de corrosibilidad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o simplemente residuos inertes. Para lo cual podemos seguir un sistema de manejo de residuos sólidos teniendo en cuenta las características de los residuos como la humedad, densidad y poder calorífico, es lógico seguir algunos pasos luego de la recolección el reciclaje (de papel, plástico, vidrio, envases, pilas y baterías) se convierta en una buena alternativa, ya que reduce los residuos, ahorra energía y protege al medio ambiente en la reutilización de algunos materiales. Después de que el residuo ha sido tratado está listo para la disposición final y la mejor opción sería los rellenos sanitarios teniendo en cuenta los requerimientos, criterios ambientales, actividades biológicas (emisión de gases) y el impacto ambiental para la pronta y adecuada construcción de dicho relleno sanitario” (Yagua Sanca, 2008).

Es importante tener en cuenta el manejo de residuos sólidos a nivel ciudad, para tener una perspectiva general de la situación. Si bien no se tiene información al 2018, se tiene al 2008, por lo que se usará como punto de referencia para futuras menciones en el presente documento.

2.1.1.2. Aplicaciones en Arequipa y Jacobo Hunter

Es importante mencionar que actualmente no hay referencias acerca de la implementación de un biodigestor para la ciudad de Arequipa, o para el distrito de Jacobo Hunter, si bien en medios de comunicación hay menciones acerca de posibles pilotos para Yrabamba, aún no han sido instalados y tampoco hay información disponible al respecto.

La información más próxima encontrada fue:

- **Diseño de sistema de saneamiento ecológico en la urbanización costa palmera, en la ciudad de Mollendo - Islay – Arequipa**

El siguiente trabajo profesional consiste en hacer todo un diseño de sistema de diseño de capacitación de agua, reservorio de abastecimiento de agua, rede de agua potable y redes de alcantarillado complementando con el diseño de un sistema de tratamiento de agua residuales llamado como saneamiento ecológico, que consiste en un tratamiento primario (renovación con biodigestores en cada vivienda), para luego mediante el sistema de redes de desagüe llegar al humedal propiamente. (Jucharo Layme, 2015)

Si bien esta investigación no está muy relacionada, es una de las pocas que mencionan la implementación de un biodigestor, si bien no es mediante residuos sólidos, servirá de guía, es una de las más próximas a la presente tesis,

2.2. Marco de Referencia Teórico.

2.2.1. Residuos sólidos

De acuerdo al documento acerca del tema de MINSA, “Los residuos sólidos son desechos orgánicos e inorgánicos que se generan tras el proceso de fabricación, transformación o utilización de bienes y servicios. Si estos residuos no se manejan adecuadamente, producen contaminación ambiental y riesgos para la salud de las personas”. Como se puede observar, se definen los residuos sólidos como todos los desechos tanto orgánicos como inorgánicos, generados por distintos procesos en los diversos rubros, tanto industriales, comerciales como domésticos. Se menciona que es importante tener un manejo adecuado de los residuos, minimizando la contaminación y riesgos para la salud. (MINAM, 2012, pág. 1)

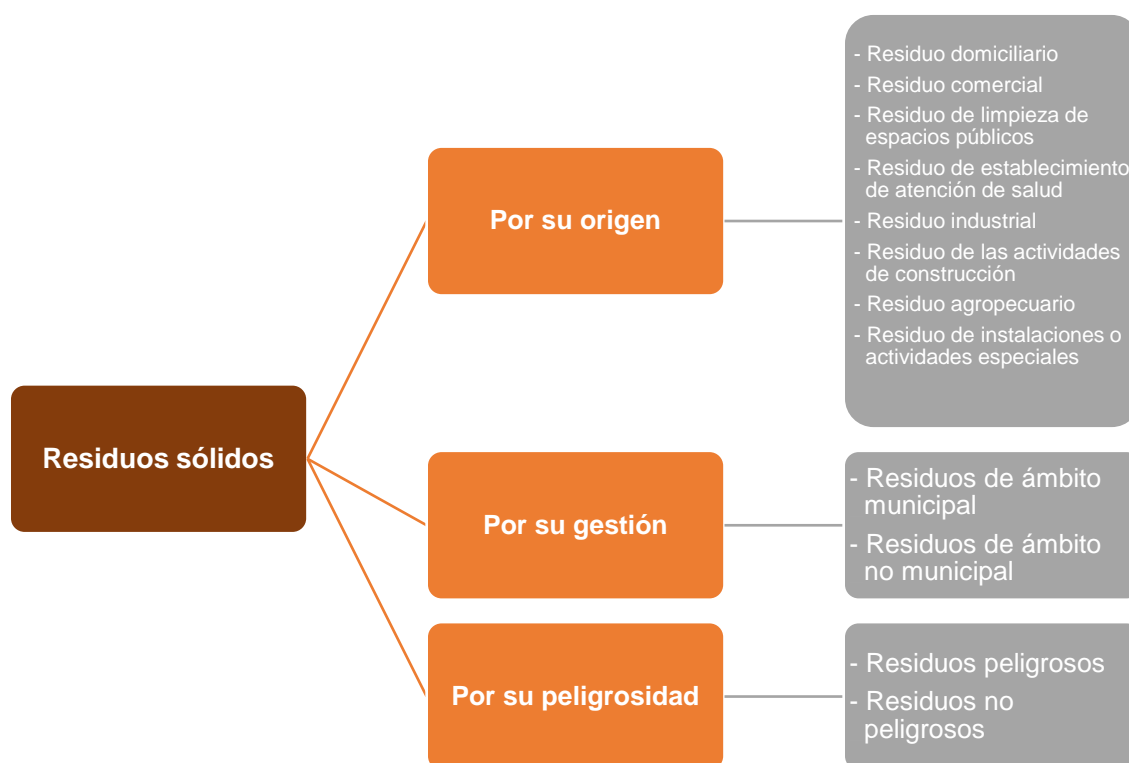
La OEFA también los define como “Son materiales desechados que, por lo general, carecen de valor económico para el común de las personas y se les conoce coloquialmente como “basura”. También, se encuentran dentro de esta categoría, los materiales semisólidos (como el lodo, el barro, la sanguaza, entre otros) y los generados por eventos naturales. Cabe resaltar que las aguas

residuales (agua contaminada con sustancias fecales y orina) no son residuos sólidos.” (OEFA, 2018) Definiéndolos sobre todo sin valor económico, por lo que el aprovechamiento da un 100% de rentabilidad al proyecto.

2.2.1.1. Tipos de residuos sólidos

Los residuos sólidos están divididos en tres tipos, por su origen, por su gestión y por su peligrosidad. A continuación basados en la información del Manual de Residuos Sólidos, redactado por la Sociedad Peruana de derecho Ambiental (SPDA) (Sociedad Peruana de derecho Ambiental, 2009, pág. 2), se detalla la tabla:

Tabla 9: Clasificación de residuos sólidos



Nota: Tomado de “Manual de Residuos Sólidos” de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (Sociedad Peruana de derecho Ambiental, 2009, pág. 3)

Como podemos observar, nosotros vamos a hablar de los residuos sólidos por su origen, en nuestro caso, residuos sólidos de carácter domiciliario o doméstico (residuos orgánicos, plásticos papel, entre otros.), es decir todo aquel residuo que se produzca por viviendas sin motivos comerciales o

similares. Los mismos que son manejados por gestiones municipales. En nuestro caso la municipalidad de Jacobo Hunter tiene rutas, colaboradores y puntos críticos determinados, los mismos que serán detallados más adelante.

2.2.1.1.1. Generación

Siendo la generación de residuos el parámetro más importante de acuerdo a la Guía de caracterización, gracias a esto se puede dimensionar el equipamiento para la recolección y transporte e infraestructura. (MINAM, 2010)

2.2.1.1.2. Composición

Permite a los interesados conocer los componentes de los residuos

2.2.1.1.3. Densidad

Se usa para dimensionar el equipamiento de almacenamiento público

2.2.1.1.4. Humedad

Sólo usado en el diseño de rellenos sanitarios y sirve para estimar la generación de lixiviados

2.2.1.2. Clasificación de residuos sólidos

Los residuos sólidos de acuerdo a los siguientes aspectos detallados en la tabla

Tabla 10: Clasificación de residuos sólidos

Tipo de residuos sólidos	Detalle
Materia orgánica	Considerado los restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, excrementos de animales menores, huesos y similares
Madera, follaje	Considera ramas, tallos, raíces, hojas y cualquier otra parte de las plantas de producto de clima y las podas
Papel	Considera papel blanco tipo bond, periódico, otros
Cartón	Considera cartón, marrón, blanco, mixto
Vidrio	Considera vidrio blanco, marrón, verde
Plástico PET	Considera botellas de bebidas, gaseosas, aceites
Plástico duro	Considera frascos, bateas y otros recipientes
Bolsas	Considera a aquellas bolsas de despacho
Carón multilaminado (tetra pack)	Considera envases de leche, jugos,
Tecnopor y similares	Si es representativo es considerado, caso contrario en otros
Metal	Considera latas de atún, leche, conservas, fierro, envases de gaseosa en lata, marcos de ventana, etc.
Telas	Considera restos de telas y textiles
Caucho, cuero, jebe	Considera restos de cartuchos, cuero o jebes
Pilas	Considera residuos de pilas
Restos de medicinas, focos, etc.	Considera restos de medicina, focos, fluorescentes, envases de pintura, plaguicidas y similares
Residuos sanitarios	Considera papel higiénico, papeles y toallas higiénicas
Residuos inertes	Considera tierra, piedras y similares
Otros	Considera cualquier otro que no esté en categorías anteriores

Nota: Tomado de "Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales (EC-RSM)" del Ministerio de Ambiente, (MINAM, 2010, pág. 41)

Como podemos observar, se deberán tomar en cuenta todas las características, pero para nuestros fines, deberán considerarse principalmente los residuos orgánicos e inorgánicos, ya que para el biodigestor servirá sólo lo orgánico.

Es importante mencionar que se hizo la caracterización de todas las categorías mencionadas en la tabla anterior, sin embargo se prestó mayor atención a los restos orgánicos.

2.2.1.3. Manejo de residuos sólidos

El manejo de residuos sólidos consiste en el conjunto de procedimientos y políticas que conforman el sistema de manejo de residuos sólidos. Principalmente se debe considerar como meta el realizar una gestión ambiental y económicamente adecuada. La ley N° 1278 indica que

“Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, a fin de asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.” (Congreso de la República del Perú, 2014, pág. 1)

Entonces, como se observa el manejo de residuos sólidos tiene como objetivo principal ser sostenible y amigable con el ambiente, entonces con la presente tesis se pretende cumplir con los objetivos principales de la ley, siguiendo los lineamientos específicos indicados en la misma. Es importante mencionar que el presente plan pretende un manejo integral para los residuos domiciliarios.

2.2.1.4. Almacenamiento de residuos sólidos

2.2.1.4.1. Almacenamiento intradomiciliario

El almacenamiento de los residuos sólidos se realiza en bolsas, que una vez llenas se entregan a la unidad recolectora.

Las operaciones de los residuos sólidos de acuerdo a la Ley N° 1278, incluye las siguientes operaciones: Barrido y limpieza de espacios públicos, Segregación, Almacenamiento, Recolección, Valorización, transporte, transferencia, Tratamiento y Disposición final, como podemos observar una parte importante es el almacenamiento, el cual debe de realizarse de manera intradomiciliaria,

como se mencionó mediante bolsas o cualquier otro tipo de contenedor y fuera de casa, se debe de realizar en contenedores municipales o también en los espacios públicos indicados por la municipalidad.

La ley N° 1278 indica que

“El almacenamiento en los domicilios, urbanizaciones y otras viviendas multifamiliares, debe ser realizado siguiendo los criterios de segregación de residuos y la normatividad municipal aplicable. El almacenamiento es de exclusiva responsabilidad de su generador hasta su entrega al servicio municipal correspondiente, sea éste prestado en forma directa o a través de terceros, en el tiempo y forma que determine la autoridad. El almacenamiento de residuos municipales y no municipales se realiza en forma segregada, en espacios exclusivos para este fin, considerando su naturaleza física química y biológica, así como las características de peligrosidad, incompatibilidad con otros residuos y las reacciones que puedan ocurrir con el material de recipiente que lo contenga, con la finalidad de evitar riesgos a la salud y al ambiente. Los residuos generados en espacios públicos son almacenados en contenedores debidamente acondicionados de acuerdo a criterios sanitarios y ornamentales, y su implementación y manejo son de responsabilidad de la municipalidad donde se encuentre” (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE).

De acuerdo a lo indicado es de gran importancia considerar que el almacenamiento es de responsabilidad del generador, hasta el momento hasta en el que se entrega a los responsables de la municipalidad. No es considerado un buen manejo dejar los residuos en espacios públicos no regulados, por ejemplo los postes o esquinas por donde pasa el camión de basura. Los residuos sólidos generados, en una situación óptima deben ser segregados antes de ser entregados. Lamentablemente el sistema de segregación no es efectivo.

2.2.1.5. Puntos críticos

De acuerdo al manual de manejo de residuos sólidos del distrito de Jacobo Hunter, se consideran residuos sólidos a los puntos de difícil acceso que como consecuencia generan contaminación, con un impacto social significativo.

(Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015) Es importante mencionar que en el punto de diagnóstico se detallaran los puntos críticos de mayor impacto para la presente investigación.

2.2.2. Transferencia y disposición final de residuos sólidos

De acuerdo al manual de manejo de residuos sólidos del distrito de Jacobo Hunter, se refiere a transferencia a mover los residuos sólidos de los camiones de basura a otros contenedores de mayor capacidad para finalmente estos mover los residuos a los rellenos sanitarios, para su disposición final.

En el diagnóstico de la situación actual se dará mayor detalle de la situación actual del distrito de Jacobo Hunter.

2.2.2.1. Tratamiento de residuos sólidos

2.2.2.1.1. Reciclaje

En el libro alternativas de vida, se habla del reciclaje y compostaje, donde define al reciclaje como el “proceso mediante el cual se recuperan, reelaboran y aprovechan los desechos industriales, comerciales y domésticos en forma manual o mecánica” (Molano & Orjuela Medina, 1997, pág. 14). Entonces es importante mencionar que el reciclaje será tratado como una alternativa más para la optimización del procesamiento de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter, muy aparte de la implementación del biodigestor.

Dentro de las ventajas del reciclaje se mencionan principalmente que es una estrategia para elaborar procesos productivos para el ahorro de energía, materias primas y recursos naturales no renovables. (Molano & Orjuela Medina, 1997, pág. 14).

Dentro de los materiales reciclables tenemos principalmente el tipo inorgánico como el vidrio, plástico, metales y papel del tipo orgánico

A continuación detallaremos un cuadro por tipos de reciclables, no reciclables, contaminantes y mercado

Tabla 11: Papel y reciclables

Papel	Detalle
Reciclables	Papel blanco, de archivo, periódicos, kraft, coarrugado y mixto
No reciclables	Papel impregnado de aceite, gasolina, grasa, celofán, papel a prueba de grasa, papel cartón recubierto de metal o plástico, papel fotográfico, adhesivos de tela, cintas adhesivas no solubles en agua
Contaminantes	Grasas de aceite, plástico, caucho, desechos orgánicos, tecnopor, madera, cabuya, metal, piedra, arena, vidrio, toallas higiénicas, pañales, forros de libros engomados y cajas hechas de plástico delgado
Mercado	Industria de papeles en general, industria para producir tejas en eternit, tela asfáltica, industrias que producen papel blanco para fotocopias e industria de cueros.

Nota: "Tomado de Alternativas de vida" de Luz Mery Molano, (Molano & Orjuela Medina, 1997)

Como podemos observar, nos enfocaremos en los 4 principales tipos de residuos sólidos para reciclar y reutilizar: residuos orgánicos, papel, vidrio, plástico, el resto será considerado en una categoría denominada "otros".

2.2.3. Rellenos sanitarios

Según la OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental) y su documento "La fiscalización ambiental en residuos sólidos" define a los rellenos sanitarios como "Infraestructura y/o instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos. Se ubican en la superficie o bajo tierra, y se basan en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental" (OEFA, 2018) de donde se tiene que los rellenos sanitarios deben cumplir con las reglamentaciones generales.

En el país la falta de rellenos sanitarios y rellenos e seguridad es un problema latente, como consecuencia la contaminación es inminente, actualmente en el país hay 9 rellenos sanitarios y 2 de seguridad, los cuales no abastecen a la basura generada en el país. (OEFA, 2018)

Según Jorge Jaramillo "El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni

después de su clausura. Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica.” (Jaramillo, 1993) Como se observa, el relleno sanitario es una técnica de disposición final, la cual usa principios de ingeniería para almacenar la basura en el menor espacio posible, cubriéndola con tierra y compactándola.

2.2.3.1. Tipos de rellenos sanitarios

2.2.3.1.1. Rellenos sanitario mecanizado

De acuerdo a Jaramillo, los rellenos sanitarios mecanizados son aquellos que están diseñados para almacenar grandes volúmenes, refiriéndose a más de 40 toneladas diarias. Es un proyecto que requiere compleja ingeniería y está relacionado con la cantidad y tipo de residuos, es importante tomar en cuenta la planificación, selección, extensión del terreno, diseño y ejecución del relleno. Para su operación es importante el uso de los compactadores de residuos sólidos. (Jaramillo, 1993). Es entonces que se deduce que el manejo de residuos sólidos para rellenos sanitarios mecanizados se realizan íntegramente con el equipo necesario.

2.2.3.1.2. Rellenos sanitarios semimecanizados

Este tipo de rellenos son necesarios en zonas donde la población genere entre 16 y 40 toneladas diarias de residuos sólidos, para estos casos será necesario el uso de maquinaria pesada para apoyar el trabajo realizado manualmente, es importante que se establezca los almacenamientos para darles más tiempo de vida útil a los rellenos. En el caso de rellenos sanitarios semimecanizados la maquinaria usada es el tractor agrícola con hoja topadora o cuchilla, cucharón o rodillo para la correspondiente compactación (Jaramillo, 1993). Para el caso de rellenos sanitarios semimecanizados, como indica Jaramillo, es un manejo mixto, donde se usa maquinaria, pero también está la parte manual.

2.2.3.1.3. Rellenos sanitarios manuales

Los rellenos sanitarios manuales son para poblaciones que generan menos de 15 toneladas al día, y donde la población no está preparado económicamente para adquirir equipo pesado para el manejo de residuos sólidos. Manual se refiere a la compactación realizada manualmente con horas hombre y herramientas (Jaramillo, 1993). En el caso de los rellenos sanitarios manuales, la compactación es manual, con rastrillos, pisones manuales u otros.

2.2.4. Biodigestores

De acuerdo al MINAGRI, un biodigestor es “un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (deyecciones de animales y humanos, desechos vegetales) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio” (MINAGRI, 2011)

2.2.4.1. Digestión anaeróbica

La digestión anaeróbica es un proceso biológico, en donde la materia orgánica es degradada por acción de bacterias sin presencia de oxígeno. (CARE, 2015)

La FAO indica que la digestión anaeróbica, o fermentación cataboliza la materia orgánica en ausencia de un aceptor de electrones externos, por las bacterias. El producto generado acepta dichos electrones y la materia orgánica actúa como dador y aceptor de electrones. En este proceso el sustrato es parcialmente oxidado y una cantidad de energía contenida en el mismo se mantiene. (FAO, 2011)

Hernandez define a los biodigestores como:

“Un biodigestor es un contenedor que a través de un proceso de digestión un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos, convierte a partir de material orgánico, en una mezcla de gases con alto contenido de metano al cual se le llama biogás y un lodo residual con alto grado de nutrientes el cual es usado

como fertilizante. Es un recipiente herméticamente sellado, puede ser construido con diversos materiales como ladrillo y cemento, metal o plástico de manera subterráneo o sobre nivel” (Hernández, 2008, pág. 44)

El producto final de la digestión anaeróbica es el biogás.

2.2.4.2. Tipos de biodigestores

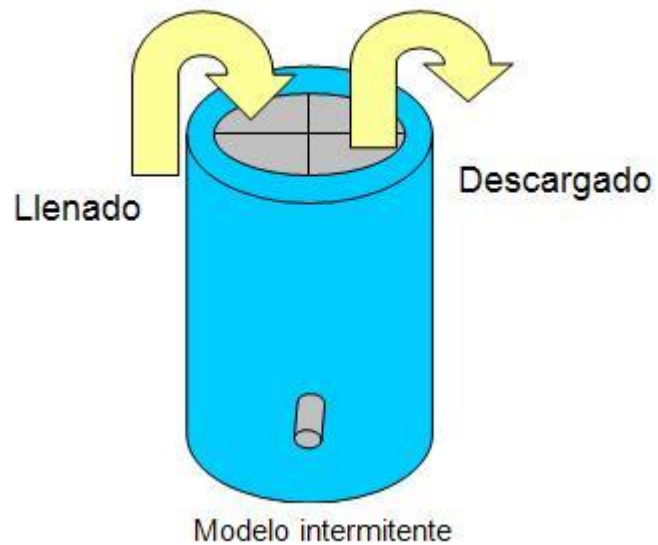
De acuerdo con la ficha técnica de Soluciones Prácticas, los biodigestores pueden ser por sistema de Batch, Semi continuos y Continuos.

El biodigestor por sistema Batch o discontinuo

“Se carga una sola vez en forma total y la descarga se efectúa una vez que ha dejado de producir gas combustible. Normalmente consiste en tanques herméticos con una salida de gas conectada a un gasómetro flotante, donde se almacena el biogás. Este sistema es aplicable cuando la materia a procesar está disponible en forma intermitente. En este tipo de sistemas se usa una batería de digestores que se cargan a diferentes tiempos para que la producción de biogás sea constante. Este tipo de digestor es también ideal a nivel de laboratorio si se desean evaluar los parámetros del proceso o el comportamiento de un residuo orgánico o una mezcla de ellas” (Soluciones prácticas, 2018)

A continuación, se muestra un diagrama de este tipo de biodigestor:

Figura 2: Biodigestor tipo Batch

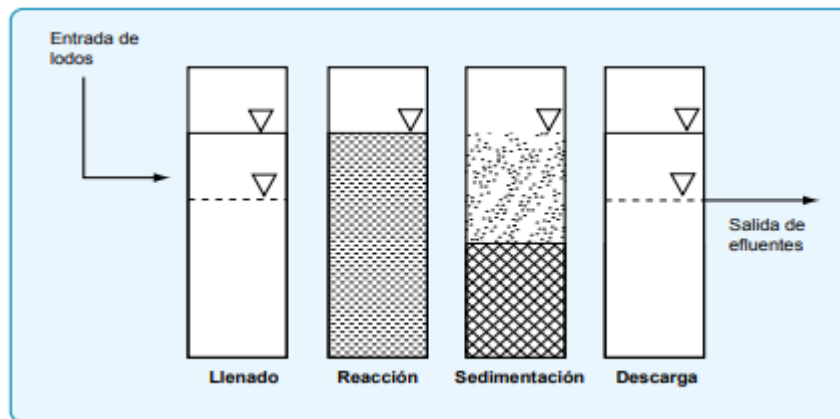


Nota: Tomado de “los biodigestores: una tecnología que transforma sus desechos en energía” (Bizhat, 2018)

Según el manual de biogás de la FAO, el modelo de Batch indica que este modelo funciona en 4 etapas (ver figura 3).

Estas etapas son la alimentación o llenado, donde el afluente es incorporado al reactor. La reacción, donde se degrada la materia orgánica. La sedimentación, donde se detiene la agitación y la biomasa se separa del efluente clarificado. Y por último, la descarga, donde el efluente clarificado es retirado del reactor. Este tipo de reactor tiene como principales ventajas: la flexibilidad de operación, permite un mejor control del proceso y calidad del efluente. La biomasa se encuentra en un estado dinámico de abundancia y escasez de sustrato, simulando el estado fisiológico natural de los microorganismos. La operación puede realizarse sin recirculación de sólidos ni líquidos, a menos que sea por agitación. La sedimentación se realiza en el propio reactor, se consigue la eliminación de la sedimentación con la disminución del tiempo de cada ciclo, por utilización de biomasa inmovilizada. (FAO, 2011)

Figura 3: Etapas del biodigestor de Batch



Nota: Tomado de "Manual de biodigestores" (FAO, 2011)

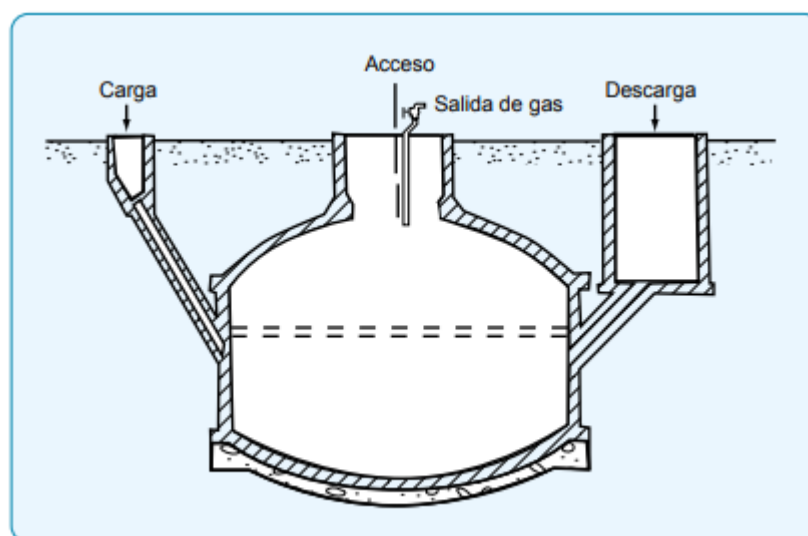
El biodigestor semicontinuo:

"Es el tipo de digestor más usado en el medio rural, cuando se trata de digestores pequeños para uso doméstico. Los diseños más populares son el hindú y el chino. Entre los de tipo hindú existen varios diseños, pero en general son verticales y enterrados. Se cargan por gravedad una vez al día, con un volumen de mezcla que depende del tiempo de fermentación o retención y producen una cantidad diaria más o menos constante de biogás si se mantienen las condiciones de operación" (Soluciones prácticas, 2018)

De acuerdo a la FAO, los biodigestores semicontinuos, son aquellos que cuando la primera carga se introduce al digestor consta de una gran cantidad de materias primas, luego se añaden volúmenes de nuevas cargas de materias primas, las mismas que son calculadas basadas en función del tiempo de retención hidráulico (TRH) y del volumen total del digestor. (FAO, 2011)

En la figura se observa el modelo chino de biodigestores semi continuos.

Figura 4: Biodigestor tipo chino



Nota: Tomado de "Manual de biodigestores" (FAO, 2011)

Estos biodigestores se construyen totalmente enterrados, estos no cuentan con un gasómetro, el biogás se almacena dentro del sistema. Conforme más volumen del gas, más presión, forzando el líquido en los tubos de entrada y salida a subir, alcanzando presiones de hasta 100 cm de columna de agua. (FAO, 2011)

El biodigestor continuo

"Este tipo de digestores se desarrollan principalmente para tratamiento de aguas residuales. En general son plantas muy grandes, en las cuales se emplean equipos comerciales para alimentarlos, proporcionarles calefacción y agitación, así como para su control. Por lo tanto este tipo de plantas son más bien instalaciones tipo industriales, donde se genera una gran cantidad de biogás el que a su vez se aprovecha en aplicaciones industriales" (Soluciones prácticas, 2018)

Es usual que estos reactores sean reactores anaeróbicos de alta velocidad. Según la FAO, los biodigestores continuos son aquellos donde la alimentación del biodigestor es ininterrumpida. El efluente descargado es igual al afluente ingresado al biodigestor, produciéndose así el biogás. Este tipo de procesos son usados para el procesamiento de aguas negras, en plantas de gran capacidad. Así también generan una gran cantidad de biogás. (FAO, 2011)

2.2.5. Biogás

Según el manual del biogás de la FAO, es una mezcla gaseosa formada por metano y dióxido de carbono, con un porcentaje de impurezas, la composición del mismo depende mucho del material digerido. (FAO, 2011)

Tabla 12: Características del biogás

Composición	55 – 70% metano (CH ₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO ₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kW h m ⁻³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 L petróleo/m ³ biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750°C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

Nota: Tomado de “Manual de biodigestores” (FAO, 2011), adaptado de Deublein y Steinhauser (2008).

2.2.5.1. Proceso de producción de biogás

Las etapas de la fermentación metano génica son la hidrólisis, etapa fermentativa o acidogénica, acetogénica y metano génica.

- Hidrólisis

En esta etapa la materia orgánica debe ser hidrolizada en compuestos solubles para poder ser aprovechada para atravesar la pared celular. Este paso es necesario para para que la materia proporcione los sustratos orgánicos para la digestión anaeróbica, la misma que es realizada por encimas extracelulares producidas por microorganismos hidrolíticos. (FAO, 2011)

- Etapa fermentativa o acidogénica

En esta etapa la fermentación de las moléculas orgánicas solubles se da para que puedan ser usadas por las bacterias metano génicas como el acético,

fórmico y H₂, y compuestos orgánicos reducidos como el propionico, butírico, valérico, láctico y etanol. (FAO, 2011)

- Etapa acetogénica

Luego que la fermentación es metabolizada deben ser transformados en productos más sencillos, como acetato e hidrogeno, a través de bacterias acetogénicas, generadas en la etapa anterior. Representantes de los microorganismos acetogénicos son *Syntrophomonas wolfei* y *Syntrophobacter wolini*. (FAO, 2011)

- Etapa metano génica

En esta etapa las bacterias anaeróbicas estrictas, actúan sobre los productos resultantes, los microorganismos metanogénicos son los más importantes dentro del consorcio de microorganismos anaeróbicos, son responsables de la formación del metano y de la eliminación del medio de productos de los grupos anteriores, dando lugar a la biometanización. Estos organismos completan el proceso mediante la formación de metano a partir de sustratos mono carbonados (FAO, 2011)

2.2.5.2. Aplicaciones del biogás y beneficios de la producción de Biogás

Según FAO, una de las principales aplicaciones y fin de nuestra investigación es la generación de energía o electricidad, también sirve para producir combustible para los vehículos. Indican también que puede generar calor o vapor. Principalmente para nuestro fin, nos enfocaremos en la generación de electricidad y combustible para los vehículos.

Para el caso de electricidad, La FAO dice:

“Los sistemas combinados de calor y electricidad utilizan la electricidad generada por el combustible y el calor residual que se genera. Algunos sistemas combinados producen principalmente calor y la electricidad es secundaria. Otros sistemas producen principalmente electricidad y el calor residual se utiliza para calentar el agua del proceso. En ambos casos, se aumenta la eficiencia del proceso en contraste si se utilizara el biogás sólo para producir electricidad o

calor. Las turbinas de gas (microturbinas, desde 25 hasta 100 kW y turbinas grandes, > 100 kW) se pueden utilizar para la producción de calor y energía, con una eficiencia comparable a los motores de encendido por chispa y con un bajo mantenimiento. Sin embargo, los motores de combustión interna son los usados más comúnmente en este tipo de aplicaciones. El uso de biogás en estos sistemas requiere la remoción de H₂S (bajo 100 ppm) y vapor de agua” (FAO, 2011)

De donde se desprende que hay biodigestores que producen principalmente calor y de forma secundaria electricidad, y viceversa. En ambos casos se tiende a aumentar la eficiencia de los procesos si sólo se enfoca en producir un tipo de energía, sea calor o sea electricidad.

Para el caso de combustible, la FAO dice:

“El uso vehicular del biogás es posible y en la realidad se ha empleado desde hace bastante tiempo. Para esto, el biogás debe tener una calidad similar a la del gas natural, para usarse en vehículos que se han acondicionado para el funcionamiento con gas natural. La mayoría de vehículos de esta categoría han sido equipados con un tanque de gas y un sistema de suministro de gas, además del sistema de gasolina normal de combustible. El biogás puede ser utilizado en motores de combustión interna tanto a gasolina como diesel. El gas obtenido por fermentación tiene un octanaje que oscila entre 100 y 110 lo cual lo hace muy adecuado para su uso en motores de alta relación volumétrica de compresión, por otro lado una desventaja es su baja velocidad de encendido” (FAO, 2011)

De donde se desprende que el biogás debe tener una calidad similar a la del gas natural. Su instalación y funcionamiento es similar a este, en la actualidad hay un mayor porcentaje de carros acondicionados para usar gas natural, es un proceso asequible y viable. Pero como alternativa también deben tener un sistema de funcionamiento basado en combustible comercial, como gasolina o diésel.

2.2.5.3. Beneficios ambientales de la digestión anaeróbica

Es una fuente de energía renovable que reduce la contaminación y sus efectos ambientales, la degradación anaeróbica permite producir energía. Las plantas de biogás reducen la presión sobre los rellenos sanitarios, reduciendo principalmente los costos de la disposición de los residuos sólidos. (FAO, 2011)

El biogás permite la reducción de contaminación ambiental, también reduce el impacto en rellenos sanitarios, brinda beneficios económicos, gracias a la producción de energía como el biogás.

Entre las principales ventajas están la producción de gas metano, convirtiéndolo en biogás. Llenar de energía limpia el distrito. Reducir la contaminación atmosférica, olores de residuos orgánicos, reducir el uso de fertilizantes químicos, entre otros.

2.2.5.4. Análisis FODA

De acuerdo a Fred David, en su libro Administración estratégica, FODA o también conocida por DAFO, siglas dadas por, debilidades, amenazas, fortalezas, oportunidades, es la primera etapa de la elaboración de las estrategias. Esta etapa servirá para luego elaborar la matriz FODA, que permitirá determinar las estrategias adecuadas para la organización.

Según David (2003), en su libro Administración estratégica, indica que

Las fortalezas y las debilidades internas son las actividades que la empresa puede controlar y cuyo desempeño se califica como excelente o deficiente. Surgen en las actividades de dirección, mercadotecnia, finanzas, contabilidad, producción, operaciones, investigación y desarrollo, y manejo de sistemas de información de una empresa. La identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades en las áreas funcionales de una empresa es una actividad estratégica básica. Las empresas intentan seguir estrategias que aprovechen las fortalezas internas y eliminen las debilidades internas.

Las fortalezas y las debilidades se determinan en relación con los competidores. Una deficiencia o superioridad relativa constituye una información importante.

Además, las fortalezas y las debilidades se pueden determinar con base en elementos distintos al rendimiento; por ejemplo, una fortaleza podría consistir en la posesión de recursos naturales o de una reputación histórica en la calidad. Las fortalezas y las debilidades se podrían determinar en relación con los propios objetivos de una empresa; por ejemplo, la rotación frecuente del inventario no sería una fortaleza para una empresa que no intenta quedarse sin inventario (p. 154)

Las oportunidades y las amenazas externas se refieren a las tendencias y sucesos económicos, sociales, culturales, demográficos, ambientales, políticos, legales, gubernamentales, tecnológicos y competitivos que pudieran beneficiar o dañar en forma significativa a una empresa en el futuro. Las oportunidades y las amenazas están más allá del control de una empresa, de ahí el término externo. (p. 10)

Para la presente tesis se realizó el análisis interno y externo para determinar las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, para de esta manera tener la suficiente información para pasar a la siguiente etapa, a la matriz FODA.

2.2.5.5. Matriz FODA

Según David (2003), “la matriz FODA, es una herramienta de ajuste importante que ayuda a los gerentes a crear cuatro tipo de estrategias: de estrategias y oportunidades (FO), de debilidades y oportunidades (DO) de fortalezas y amenazas (FA) y de debilidades y amenazas (DA)” (p. 200). , en la tabla N°1, se muestra la matriz FODA con las distintas estrategias mencionadas.

Tabla 13: Matriz FODA

La matriz FODA

	FORTALEZAS: F	DEBILIDADES: D
Dejar siempre en blanco	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.
	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
OPORTUNIDADES: O	Utilizar las fortalezas para aprovechar las oportunidades	Superar las debilidades al aprovechar
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.		
AMENAZAS: A	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10.	Utilizar las fortalezas para evitar las amenazas	Reducir al mínimo las debilidades y evitar las amenazas

Fuente: Tomado de “Administración estratégica” de Fred David, 2003

En la presente tesis se identificarán los cuadrantes con la disposición de colores presentados en la tabla N° 1, donde en el punto 6.3.5.1 se considerarán todas las estrategias llamadas también Maxi- Maxi (FO), Maxi-Mini (FA), Mini –Maxi (DO), y Mini – Mini (DA).

David (2003) indica:

Las estrategias FO utilizan las fortalezas internas de una empresa para aprovechar las oportunidades externas. A todos los gerentes les gustaría que sus empresas tuvieran la oportunidad de utilizar las fortalezas internas para aprovechar las tendencias y los acontecimientos externos. Las empresas siguen por lo general estrategias DO, FA o DA para colocarse en una situación en la que tengan la posibilidad de aplicar estrategias FO. Cuando una empresa posee debilidades importantes, lucha para vencerlas y convertirlas en fortalezas; cuando enfrenta amenazas serias, trata de evitarlas para concentrarse en las oportunidades.

Las estrategias DO tienen como objetivo mejorar las debilidades internas al aprovechar las oportunidades externas. Existen en ocasiones oportunidades externas clave, pero una empresa posee debilidades internas que le impiden aprovechar esas oportunidades; por ejemplo, podría existir una demanda elevada de aparatos electrónicos que controlen la cantidad y la velocidad de la inyección de combustible en los motores de automóviles (oportunidad), pero cierto fabricante de partes automotrices podría carecer de la tecnología necesaria para producir dichos aparatos (debilidad). Una estrategia DO posible podría ser la adquisición de esta tecnología por medio del establecimiento de una alianza estratégica con una empresa competente en esta área. Una estrategia DO alternativa sería contratar y capacitar personal con las habilidades técnicas requeridas.

Las estrategias FA usan las fortalezas de una empresa para evitar o reducir el impacto de las amenazas externas. Esto no significa que una empresa sólida deba enfrentar siempre las amenazas del ambiente externo. Un ejemplo de una estrategia FA ocurrió cuando Texas Instruments utilizó un departamento legal excelente (una fortaleza) para recaudar casi 700 millones de dólares en daños y

regalías de nueve empresas coreanas y japonesas que transgredieron las patentes de chips de memoria semiconductores (amenaza). Las empresas rivales que copian ideas, innovaciones y productos de patente son una amenaza seria en muchas industrias. Éste sigue siendo un problema importante para las empresas estadounidenses que venden productos en China.

Las estrategias DA son tácticas defensivas que tienen como propósito reducir las debilidades internas y evitar las amenazas externas. Una empresa que se enfrenta con muchas amenazas externas y debilidades internas podría estar en una posición precaria. De hecho, una empresa en esta situación tendría que luchar por su supervivencia, fusionarse, reducir sus gastos, declararse en bancarrota o elegir la liquidación. (p. 201)

CAPITULO III: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3.1. Aspectos metodológicos de la Investigación

3.1.1. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación de acuerdo a la clasificación de acuerdo a Pearson, deberá ser una investigación transversal, la que consiste en el diseño descriptivo que se usa con mayor frecuencia en la investigación, incluye recolección de información de una muestra dada de elementos de población. En nuestro caso aplica para el distrito de Jacobo Hunter, tomando en cuenta fuentes secundarias y proyecciones de las mismas al presente año.

3.1.2. Tipo de Investigación

La investigación será exploratoria, documental de fuentes secundarias, descriptiva y correlacional. Debido a que existen dos documentos importantes para la presente tesis, Manual de gestión de Residuos Sólidos de Jacobo Hunter, y Caracterización de residuos sólidos de Jacobo Hunter, tomaremos en cuenta esta información para luego ser proyectada y analizada al presente año.

3.1.3. Métodos de Investigación

El método de investigación usado será descriptivo analítico, proyectivo. Consiste en la identificación y segregación de los componentes, yendo de un todo al análisis de sus partes. Es importante tomar en cuenta la gestión actual del distrito, complementada con la información existente, proyectada y analizada, para su posterior aplicación al uso de biodigestores.

3.1.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Exploración de fuentes secundarias, incluyendo el análisis documental, tomando en cuenta fuentes fidedignas y de repositorios o de instituciones públicas. También se tomarán en cuenta libros, revistas y noticias, así como sitios web confiables.

Entrevistas: Se entrevistará a personajes pertinentes para la presente investigación, se realizará una entrevista a la persona encargada de la gestión ambiental del distrito de Jacobo Hunter: Lissbeth Concha Velásquez.

3.1.5. Plan Muestral

Se detalla la caracterización estandarizada por el MINAM, la información presentada en el documento será proyectada de acuerdo a la presente información.

3.1.5.1. Población Objetivo

3.1.5.1.1. Caracterización

Para la caracterización de los residuos sólidos hay un documento reglamentario redactado por el Ministerio del Ambiente, la “Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales (EC-RSM)”, el cual usamos como base para caracterizar al año actual y proyectar a 10 años los residuos sólidos para el distrito de Jacobo Hunter. (MINAM, 2010).

Para la caracterización de los residuos sólidos primero se debe tener la población actual y proyectada, dato que ya se calculó en la tabla 1, de acuerdo a la fórmula:

$$PF = PI * (1+R)^N$$

Donde:

PI= Población inicial

R= Tasa de crecimiento anual inter censal

N= Número de años que se desea proyectar a la población a partir de la población inicial

PF= Población final proyectada

En el caso de la presente tesis el factor de proyección o tasa de crecimiento es igual a 1.043084943, calculado en base a la población 2017 y 2014, que es la información disponible, la población proyectada de acuerdo al facto está en la tabla.

Luego se debe determinar el número de predios domiciliarios. Esto se calcula basado en el número de habitantes por hogar, el valor promedio en Arequipa de

acuerdo a INEI es de 4 personas por hogar, de donde se desprende que actualmente para Jacobo Hunter:

Tabla 14: Predios domiciliarios en Jacobo Hunter

AÑO	Número de
2014	12062
2015	12082
2016	12101
2017	13124
2018	13145
2019	13188
2020	13253
2021	13340
2022	13450
2023	13582
2024	13739
2025	13920
2026	14126
2027	14359
2028	14620

Nota: Elaboración propia, basado en la fórmula de la “Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales (EC-RSM)” del Ministerio de Ambiente, (MINAM, 2010)

De acuerdo a la guía metodológica indicada por el MINAM, dice que para determinar la muestra a caracterizar se debe tomar en cuenta inicialmente todas las viviendas en el distrito. En nuestro caso, para el año 2018, 13145 viviendas. De acuerdo a esto se tiene que, una vez sabida la cantidad de hogares en el distrito de Jacobo Hunter, se procede a determinar la muestra, donde los datos están basados en la fórmula dispuesta por la guía metodológica:

$$n = \frac{Z^2 \cdot e}{2N \cdot o^2 / (n-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot o^2}$$

De donde se desprende:

n=número de viviendas que participarán en la caracterización

N= Total de viviendas

O= desviación estándar, en nuestro caso el valor usado fue de 0,2, valor recomendado por INEI

Z= Nivel de confianza, 95%- 1.96

E= error permisible, 10% del GPC nacional, en nuestro caso 0.061

De donde se tiene que

$$n = \frac{((1.96*1.96)*J6*(0.2*0.2))}{((Población\ 2018*0.061*0.061)+(1.96*1.96*0.2*0.2))}$$

n=40

Para el presente estudio se van a evaluar 40 hogares y determinar la caracterización de la muestra.

De acuerdo a la guía metodológica de caracterización de residuos sólidos se debe de segmentar la muestra por Niveles socioeconómicos, en cuanto a esto se muestra la siguiente tabla que determina los estratos sociales, de acuerdo a esto, se tiene que para el distrito de Jacobo Hunter se tiene que:

Tabla 15: NSE para Jacobo Hunter

040100	AREQUIPA	A/B	C	D	E
040101	AREQUIPA	4%	2%	0%	0%
040102	ALTO SELVA ALEGRE	0%	4%	4%	2%
040103	CAYMA	2%	6%	2%	1%
040104	CERRO COLORADO	1%	5%	8%	2%
040107	JACOBO HUNTER	0%	4%	2%	0%
040129	JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO	5%	3%	1%	0%
040109	MARIANO MELGAR	0%	2%	2%	1%
040110	MIRAFLORES	0%	3%	2%	0%
040112	PAUCARPATA	1%	4%	8%	1%
040116	SABANDIA	0%	0%	0%	0%
040117	SACHACA	0%	0%	1%	0%
040122	SOCABAYA	1%	3%	4%	1%
040123	TIABAYA	0%	1%	0%	1%
040126	YANAHUARA	2%	0%	0%	0%
	TOTAL NSE	16%	39%	35%	10%
	NSE PARA JACOBO HUNTER	0%	64%	30%	6%
	NSE MUESTRA	0	26	12	2

Nota: Elaboración propia, basado en la información brindada por APEIM E INEI, tomando en cuenta la información para Arequipa Urbana (INEI, 2015)

De la tabla anterior se tiene que deben de caracterizarse 26 viviendas del nivel socioeconómico C, 12 del D y 2 del E, esto debe estar de acuerdo a las zonas para Jacobo Hunter.

Luego de determinar la muestra estratificada se debe determinar el ruteo aleatorio.

Determinar la logística equipos y materiales para la caracterización

Finalmente se lleva a cabo la ejecución de la caracterización.

Luego de recolectar y transportar las muestras del estudio se deben de determinar los parámetros, tomando en cuenta la generación, composición, densidad y humedad.

3.1.6. Recolección de la información

En el capítulo IV de diagnóstico de la situación actual se presentará la información recabada acerca del distrito.

3.1.7. Procesamiento de la información

La información recabada será presentada en el capítulo IV del presente documento, en formato de tablas, figuras y texto.

3.1.7.1. Análisis de la información e interpretación de resultados

La información recabada será analizada en el capítulo IV del presente documento, en formato de tablas, figuras y texto.

3.2. Aspectos metodológicos para la propuesta de mejora

3.2.1. Herramientas de Análisis, planificación, desarrollo y evaluación

La presente investigación usará como herramientas primero el análisis DAFO para poder implementar nuevas estrategias de concientización en los pobladores del distrito.

También se usará el Diagrama de Gantt, como herramienta, para determinar el plan de acción en un periodo de tiempo.

CAPITULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. Situación actual del distrito

4.1.1. Marco legal local, provincial, regional y nacional

4.1.1.1. Ley N° 1278

EL 21 de diciembre del 2017, SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental) del MINAM (Ministerio de Medio Ambiente), en El Peruano, aprueban el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, donde se indica: “El presente dispositivo normativo tiene como objeto reglamentar el Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, a fin de asegurar la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, y regular la gestión y manejo de residuos sólidos, que comprende la minimización de la generación de residuos sólidos en la fuente, la valorización material y energética de los residuos sólidos, la adecuada disposición final de los mismos y la sostenibilidad de los servicios de limpieza pública.” en el artículo 1. (Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, 2017)

La ley regula las condiciones para la limpieza pública, y prestando especial atención a las municipalidades para gestionar sus rutas y horarios, así como el reaprovechamiento y la disposición final.

Mencionan también en el artículo 11: “ente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos El Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos es un instrumento técnico elaborado por las municipalidades, a través del cual se formulan estrategias para la segregación en fuente y el diseño de la recolección selectiva de los residuos sólidos generados en su jurisdicción, teniendo en consideración un enfoque que incluya la participación de las organizaciones de recicladores formalizados.” (Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, 2017)

La ley 1278, pretende minimizar la generación de residuos sólidos, indiferentemente de su origen, pretenden promover la recuperación, y valorizarla mediante el reciclaje y segregación en plásticos, metales, vidrios y otros, motivan

también a la conversión de los residuos orgánicos en compost o algún tipo de generación de energía. Es una importante opción a implementar pues permite reincorporar la materia a ciclos productivos permitiendo minimizar la contaminación ambiental. En el anexo se observa la ley a detalle.

4.1.1.2. *Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales - Decreto Legislativo N° 613*

Este código indica “Toda persona tiene el derecho irrenunciable a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y asimismo, a la preservación del paisaje y la naturaleza. Todos tienen el deber de conservar dicho ambiente. Es obligación del Estado mantener la calidad de vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad humana. Le corresponde prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que pueda interferir en el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad. Las personas están obligadas a contribuir y colaborar inexcusablemente con estos propósitos” (Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales - Decreto Legislativo N° 613, 1990) donde se mantiene los lineamientos de minimización de contaminación y preservación del paisaje.

4.1.1.3. *Ley que regula la actividad de los recicladores - Ley N° 29419*

La ley 29419 indica que regula la actividad de los recicladores que establece el marco normativo para la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje, orientada a la protección, capacitación y promoción del desarrollo social, laboral, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el país, la ley tiene como objetivo regular a fin de coadyuvar a la protección, capacitación y promoción de desarrollo social y laboral de los trabajadores del reciclaje, promoviendo su formalización, asociación y contribuyendo a la mejora en el manejo adecuado para el reaprovechamiento de los residuos sólidos en el país. La aplicación abarca a nivel nacional para las actividades contempladas en el manejo selectivo de residuos sólidos no peligrosos. (Ley N° 29419, 2010)

En la ley se menciona un importante punto: biodigestor, que es un digestor de desechos orgánicos que en su forma más simple es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (reactor), dentro del cual se fermenta los materiales orgánicos. También el compost: que es el mejorador del suelo que se obtiene a partir de la descomposición controlada de los residuos con presencia de oxígeno y humedad. (Ley N° 29419, 2010).

4.1.1.4. Ley General del ambiente - LEY N° 28611

El artículo III de la ley indica: “Del derecho a la participación en la gestión ambiental toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concerta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental”, “Artículo V.- Del principio de sostenibilidad La gestión del ambiente y de sus componentes, así como el ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones”

4.1.1.5. Política Nacional del ambiente

Artículo 1.- Del objetivo La presente Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú. Establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país. (LEY N° 28611, 2007)

4.1.2. Aspectos técnicos – operativos

En este punto se indica la limpieza pública del distrito, que incluye el manejo de residuos sólidos, comprende la organización, gestión y ejecución del servicio de recolección domiciliaria de residuos sólidos, barrido y transporte y disposición final de los residuos sólidos municipales. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015) Como indica la municipalidad es la que está a cargo íntegramente del recojo y manejo de los residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter,

4.1.3. Generación y composición de residuos sólidos

4.1.3.1. Generación de los residuos sólidos domiciliarios

De acuerdo a la información brindada en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos del 2015, de la municipalidad del distrito de Jacobo Hunter, se proyecta en un periodo de 10 años, como indica la tabla 1 y vista a continuación:

Tabla 16: Proyección de población y Residuos sólidos (2014 – 2028)

AÑO	POBLACIÓN	GPC ESTIMADA (kg/día)	RRSS GENERADOS (TONELADAS/DÍA)	RRSS GENERADOS (TONELADAS/AÑO)
2014	48247	0.414	19.99	7296
2015	48326	0.415	20.06	7320
2016	48405	0.416	20.12	7344
2017	52494	0.451	23.66	8637
2018	52580	0.452	23.74	8666
2019	52752	0.453	23.90	8723
2020	53012	0.455	24.13	8809
2021	53360	0.458	24.45	8925
2022	53798	0.462	24.85	9072
2023	54329	0.467	25.35	9252
2024	54955	0.472	25.93	9466
2025	55679	0.478	26.62	9717
2026	56505	0.485	27.42	10008
2027	57437	0.493	28.33	10340
2028	58480	0.502	29.37	10719

Nota: Calculado en base a los documentos de INEI Y MUNICIPALIDAD DE JACOBO HUNTER. Detalle del cálculo:
Factor de crecimiento (calculado en base al promedio del crecimiento de 2014 y 2015 y 2017) = 1.04305463

En este punto se menciona y explica a mayor detalle que la población proyectada se realiza en base a los factores de crecimiento calculado en base al año 2014, 2015, 2017, en base a la población es que se proyecta la generación de residuos sólidos, al día y al año.

A continuación se muestra la tabla de composición proyectada en base a la información mostrada en el cuadro anterior.

Tabla 17: Residuos sólidos por tipo

TIPO DE RESIDUOS	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Materia orgánica	4432.48	4447.01	4461.58	5247.18	5264.37	5298.94	5351.21	5421.71	5511.14	5620.41	5750.63	5903.16	6079.58	6281.81
Madera, follaje	297.69	298.66	299.64	352.40	353.56	355.88	359.39	364.12	370.13	377.47	386.22	396.46	408.31	421.89
Papel	277.26	278.17	279.08	328.22	329.29	331.46	334.73	339.14	344.73	351.56	359.71	369.25	380.29	392.94
Cartón	237.13	237.91	238.69	280.71	281.63	283.48	286.28	290.05	294.83	300.68	307.65	315.81	325.25	336.06
Vidrio	127.68	128.10	128.52	151.15	151.65	152.64	154.15	156.18	158.76	161.90	165.66	170.05	175.13	180.96
Plástico PET	210.86	211.55	212.25	249.62	250.44	252.08	254.57	257.92	262.18	267.37	273.57	280.83	289.22	298.84
Plástico duro	126.23	126.64	127.05	149.43	149.92	150.90	152.39	154.40	156.94	160.05	163.76	168.11	173.13	178.89
bolsas	177.30	177.88	178.46	209.89	210.57	211.96	214.05	216.87	220.45	224.82	230.03	236.13	243.18	251.27
fill	73.69	73.93	74.18	87.24	87.52	88.10	88.97	90.14	91.63	93.44	95.61	98.14	101.08	104.44
Carón multilaminado (tetra	47.43	47.58	47.74	56.14	56.33	56.70	57.26	58.01	58.97	60.14	61.53	63.16	65.05	67.21
Tecnopor y similares	36.48	36.60	36.72	43.19	43.33	43.61	44.04	44.62	45.36	46.26	47.33	48.59	50.04	51.70
Metal	172.92	173.49	174.06	204.70	205.38	206.72	208.76	211.51	215.00	219.27	224.35	230.30	237.18	245.07
Telas	84.64	84.91	85.19	100.19	100.52	101.18	102.18	103.53	105.23	107.32	109.81	112.72	116.09	119.95
Caucho, cuero, jebe	59.10	59.29	59.49	69.96	70.19	70.65	71.35	72.29	73.48	74.94	76.68	78.71	81.06	83.76
Pilas	2.92	2.93	2.94	3.45	3.47	3.49	3.52	3.57	3.63	3.70	3.79	3.89	4.00	4.14
Restos de medicinas, focos,	11.67	11.71	11.75	13.82	13.87	13.96	14.09	14.28	14.51	14.80	15.15	15.55	16.01	16.54
Residuos sanitarios	731.09	733.48	735.89	865.46	868.30	874.00	882.62	894.25	909.00	927.02	948.50	973.66	1002.76	1036.11
Residuos inertes	159.79	160.31	160.84	189.16	189.78	191.02	192.91	195.45	198.67	202.61	207.31	212.81	219.17	226.46
Acrílico, CDs	2.19	2.20	2.20	2.59	2.60	2.62	2.64	2.68	2.72	2.78	2.84	2.92	3.00	3.10
RAEE	27.73	27.82	27.91	32.82	32.93	33.15	33.47	33.91	34.47	35.16	35.97	36.93	38.03	39.29
RESIDUOS SÓLIDOS	7296.27	7320.18	7344.17	8637.33	8665.64	8722.53	8808.58	8924.63	9071.84	9251.71	9466.06	9717.13	10007.5	10340.4

Nota: Calculado en base a los documentos de INEI Y MUNICIPALIDAD DE JACOBO HUNTER.

Como se observa en la tabla 15, calculado en base a la data de la tabla 14, es importante mencionar que en el aspecto de materia orgánica la producción de residuos sólidos se mantiene alta, hecho ventajoso para nuestro fin.

4.1.3.2. Almacenamiento de residuos

4.1.3.2.1. Almacenamiento domiciliario

El almacenamiento de residuos sólidos se realiza en bolsas de plástico y tachos, este almacenamiento se refiere al manejo interno del domicilio de los residuos sólidos.

De acuerdo a la encuesta realizada por ENAHO “Perú - Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2015” y a la información presentada en el informe PIGARIS. (Municipalidad de Arequipa, 2017)

El documento del Ministerio de Medio Ambiente indica que para el almacenamiento domiciliario es importante para las municipalidades concientizar, y sugerir a los pobladores el correcto almacenamiento domiciliario, usando tachos, bolsas, costales u otros. (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

4.1.3.2.2. Almacenamiento en espacios públicos

Por espacios públicos nos referimos a calles, vías, parques, plazas, entre otros espacios que sean usados como espacios comunes. El Ministerio de Medio Ambiente, indica que se debe identificar y proponer diseños de almacenamiento en espacios públicos (veredas, parques, mercados, entre otros), también identificar y proponer cantidad y ubicación de contenedores, papeleras, cilindros y/u otros. (Ministerio de Medio Ambiente, 2011).

4.1.3.2.3. Dificultades de almacenamiento

El plan de manejo de residuos sólidos del distrito de Jacobo Hunter indica que entre las dificultades del almacenamiento aún existen domicilios y locales comerciales que tienen un manejo inadecuado de residuos sólidos, en especial por falta de concientización y compromiso con el medio ambiente y con el distrito.

4.1.3.2.4. Puntos críticos

En los puntos críticos el distrito de Jacobo Hunter, indica que el principal punto es el mal manejo de residuos sólidos respecto al suelo y sobre todo a las riberas del río Chili. Una importante fuente de contaminación es este, el inadecuado manejo, el impacto ambiental y social implica riesgos a la salud, al paisaje también a los malos olores y la proliferación de enfermedades. Se han identificado como puntos críticos:

- Riberas del río Chili
- Av. París con Av. Italia
- Parque Quiñones
- AA.HH. Arias Aragüés
- Ex paradero 25
- Av. Unión
- Av. Brasilia con Av. Berlín
- Parque Héroes del CENEPA
- Av. Las Américas con Tucumán
- AA.HH. La Merced
- Mercado Fray Martín de Porres
- Cerro Huacucharra y Ccaccallinca
- Frontis reservorio San Juan de Dios.
- Parque Dignidad
- Calle Zegarra Ballón con Andrés Avelino Cáceres
- Av. Viña del Mar con Honduras, San Salvador y Brasilia

4.1.4. Servicio de barrido

El servicio de barrido consiste en la limpieza manual de las vías asfaltadas, lo realiza un trabajador por ruta y este tiene como responsabilidad la limpieza del

sector, el cual debe hacer 10 rutas en un turno de 4am a 12 md, 6 veces a la semana. Existen zonas de acumulación como Av. Las Peñas y Av. Paisajista, donde la limpieza es hecha con operativos de limpieza periódicamente.

El servicio cuenta con un déficit del servicio, se indica que el servicio no cubre todas las rutas, sólo las principales. La cobertura final es de 61 km lineales/día, que en un ratio de 10 operarios, se trata de 6 km por trabajador cómo máximo.

A continuación se muestra la tabla de metros lineales cubiertos.

Tabla 18: Rutas de barrido de vías asfaltadas

Rutas	Metros Lineales
1	4252.72
2	5917.03
3	5721.18
4	6163.64
5	5484.64
6	7917.96
7	7163.43
8	6320.14
9	7304.28
10	4866.59
Total	61125.47
Nota: Tomado de “Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2015”, (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015)	

Como se observa, las rutas se mantienen dentro del promedio indicado de 6km lineales por ruta o trabajador.

4.1.5. Rutas de barrido

Como mencionamos antes hay 10 rutas, las cuales se presentan a continuación, en las figuras se detalla cada ruta de barrido asignada, de acuerdo al plan de Manejo Ambiental del distrito de Jacobo Hunter del año

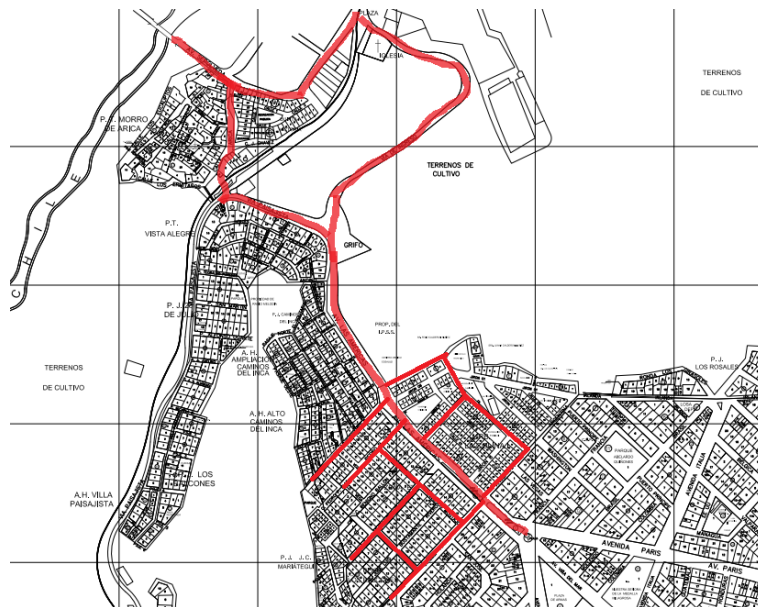
2015. Cabe mencionar que las rutas no han variado desde dicho año, según lo entrevistado a la persona encargada de la gestión ambiental del distrito.

Ruta 1 :

La ruta 1 incluye la parte norte del distrito, donde se incluyen las zonas de Las Américas, pasando por la iglesia de Tingo hasta el ingreso de la vía paisajista.

A continuación la ruta marcada en rojo

Figura 5: Ruta 1

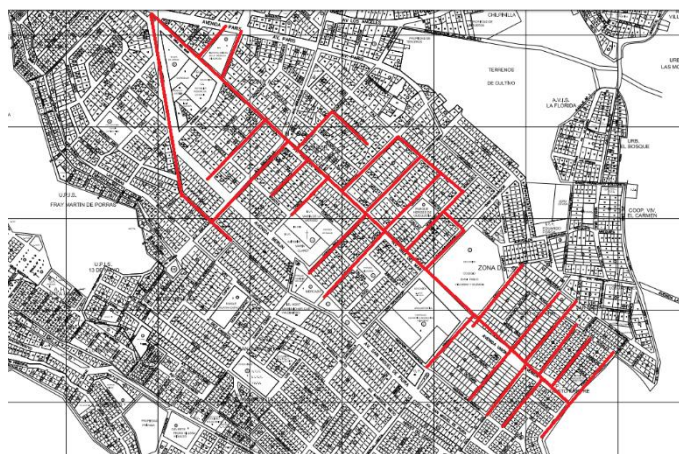


Nota: Adaptado de "Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015", de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 35)

Ruta 2 :

La ruta 2 norte central del distrito, pasando por la avenida Viña del Mar y todas las ramificaciones de esta, como por ejemplo Pasaje Huáscar, Honduras, entre otros. A continuación la ruta marcada en rojo.

Figura 6: Ruta 2

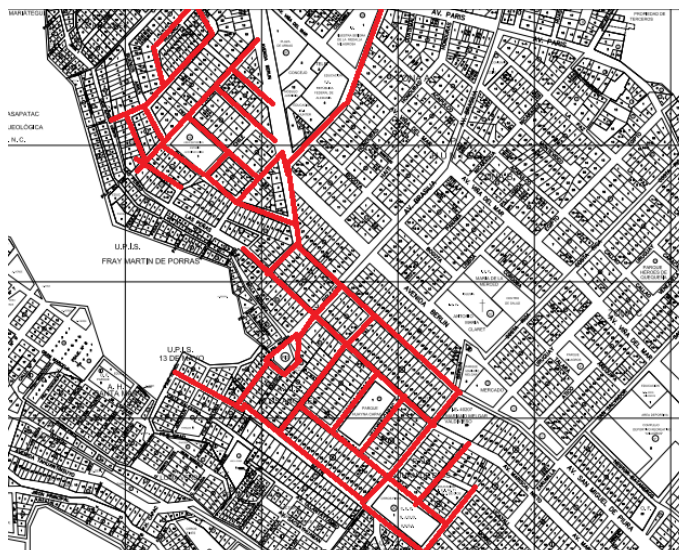


Nota: Adaptado de "Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015", de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 36)

Ruta 3 :

La ruta 3 incluye la parte norte oeste del distrito, donde se incluyen las zonas de Buenos Aires, incluyendo el Estadio de Juventud Unida, también zonas como San José entre otros. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 7: Ruta 3

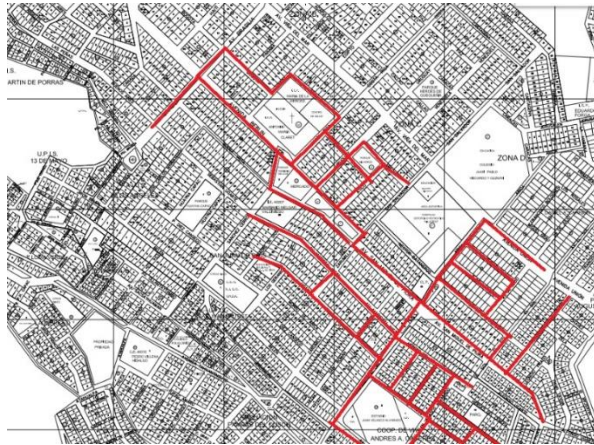


Nota: Adaptado de "Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015", de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 36)

Ruta 4 :

La ruta 4 incluye la parte central del distrito, pasando por la calle Brasilia, Costa Rica, hasta la calle Arica, ubicada en el distrito. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 8: Ruta 4

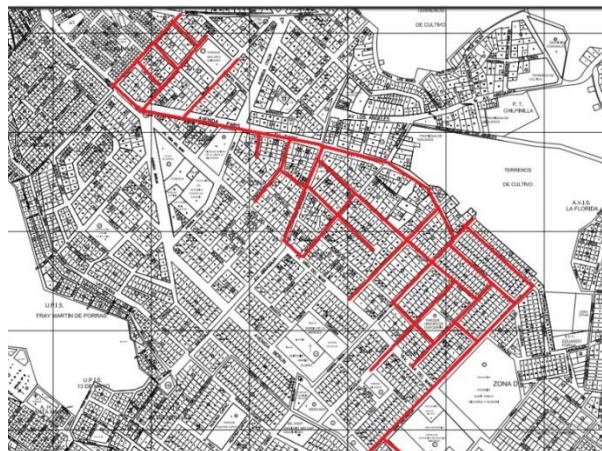


Nota: Adaptado de "Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015", de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 37)

Ruta 5 :

La ruta 5 incluye la parte del parque Abelardo Quiñones, siendo la parte central este del distrito la recorrida por esta ruta. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 9: Ruta 5

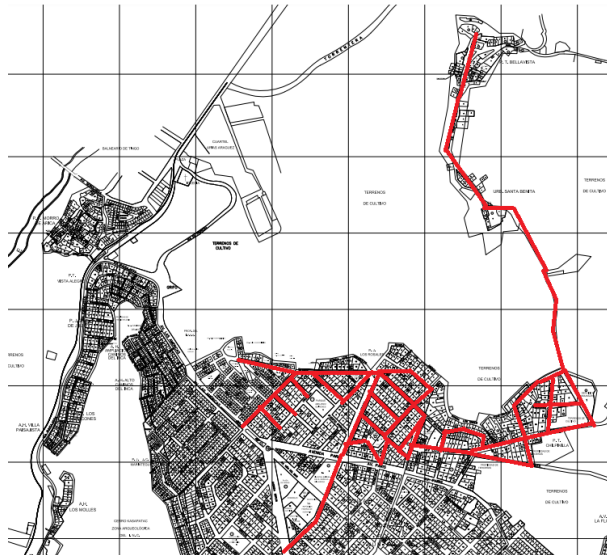


Nota: Adaptado de "Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015", de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 38)

Ruta 6 :

La ruta 6 incluye la parte noreste del distrito, incluyendo la av. Italia, la Prolongación Los Ángeles, hasta la ruta de ingreso de Bellavista. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 10: Ruta 6



Nota: Adaptado de “Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015”, de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 38)

Ruta 7 :

La ruta 7 incluye la parte del AVIS El Mistiano, hasta Buenos Aires, pasando por Av. La Amistad, Mariategui, Arequipa, Av. La Florida, entre otros. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 11: Ruta 7

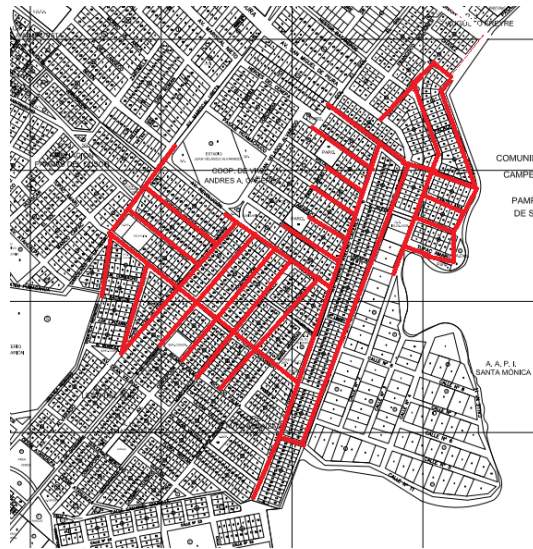


Nota: Adaptado de “Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015”, de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 39)

Ruta 8

La ruta 8 incluye la parte del AVIS El Mistiano, hasta Buenos Aires, pasando por Av. La Amistad, Mariategui, Arequipa, Av. La Florida, entre otros. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 12: Ruta 8

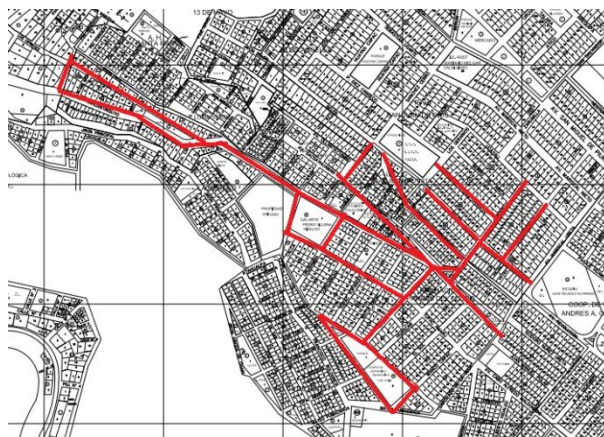


Nota: Adaptado de "Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015", de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 39)

Ruta 9

La ruta 9 comprende el Complejo recreativo 2 de Junio, hasta los alrededores del Estadio Pampas del Cusco. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 13: Ruta 9



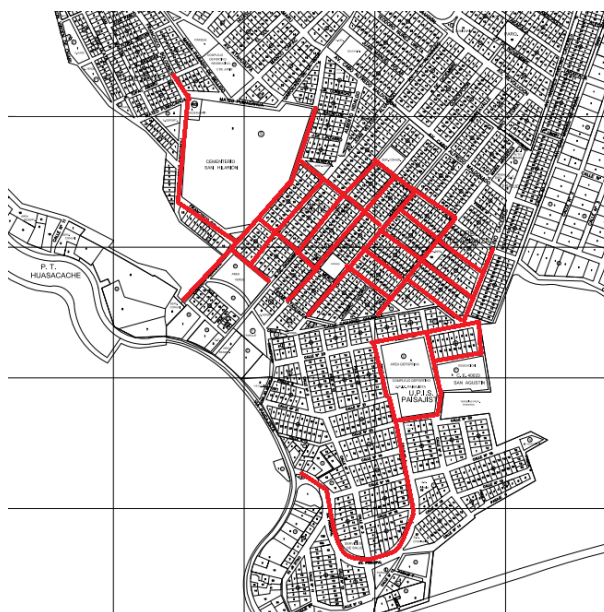
Nota: Adaptado de "Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015", de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 40)

Luego de comprender y analizar las rutas de barrido, acompañado y validado por la información del plan de manejo de residuos sólidos del 2015 del distrito, se tiene que las zonas críticas, incluyen UPIS PAISAJISTA, Ampliación de Pampas del Cusco, y la av. San Miguel de Piura ubicados cerca de la ruta 9.

Ruta 10

La ruta 10 es la última ruta de barrido del distrito, comprende desde los alrededores del Cementerio, San Hilarión, hasta el ingreso a la Av. Paisajista. A continuación se muestra la ruta en rojo.

Figura 14: Ruta 10



Nota: Adaptado de “Plan de Manejo de Residuos Sólidos, 2015”, de Municipalidad de Jacobo Hunter. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015, pág. 40.)

4.1.6. Servicio de recolección y transporte de residuos sólidos

El Ministerio de Medio Ambiente indica que: “Los municipios son quienes tienen la responsabilidad del servicio de recolección, transporte y disposición final segura de los residuos sólidos a todos los vecinos. Además, tienen el rol de cobrar por ese servicio y de velar por la salud pública, manteniendo las ciudades libres de vectores” (MINAM, 2018). De acuerdo a esto, se tiene que los municipios tienen la responsabilidad total del transporte y disposición segura de

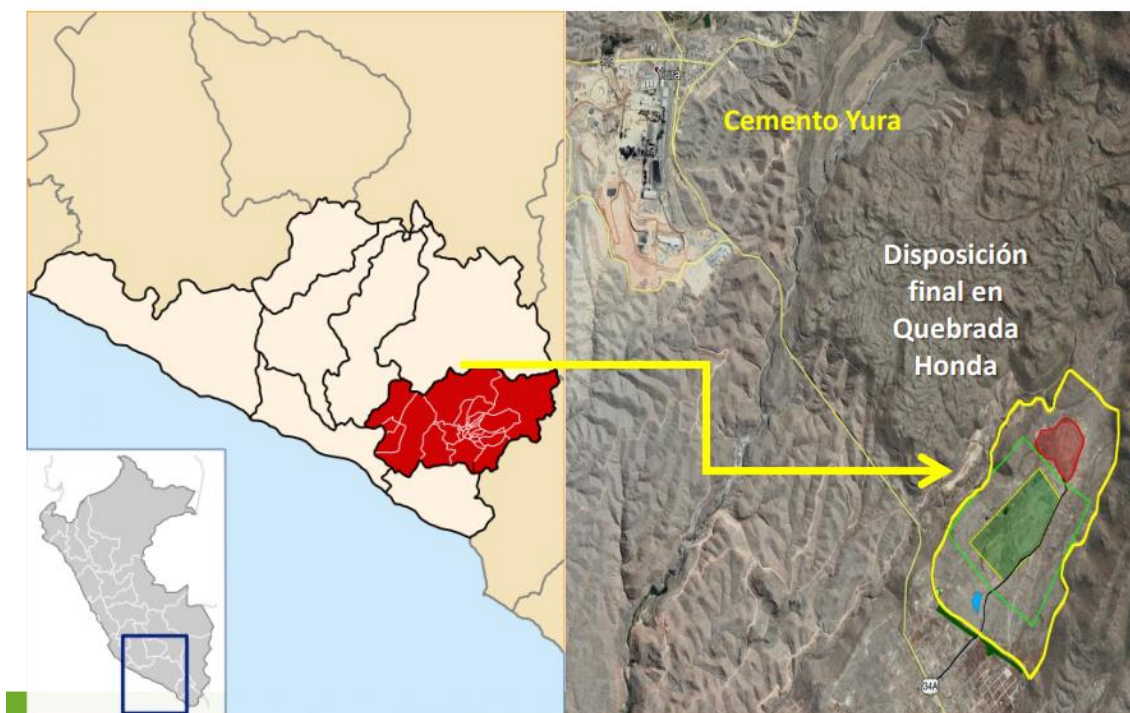
los residuos sólidos. Es importante que los municipios desempeñen una labor adecuada para que así se mantenga la salud pública, libre de polución. Es importante considerar que los municipios deben mostrar fortaleza y tener capacidad de ser técnicos, planificar y operar al igual que supervisar la recolección, transferencia, tratamiento y de ser el caso el reciclaje y la disposición final

Para el caso de vecinos y ciudadanos del distrito MINAM indica “Los vecinos tienen un rol clave. Deben jugar limpio, poner la basura en su lugar, no tirarla en cualquier sitio y almacenarla en un lugar seguro. Deben pagar nuestros arbitrios, de tal manera que las municipalidades puedan dar un buen servicio a los ciudadanos. Del mismo modo, deben denunciar las conductas que atentan contra la limpieza pública. El servicio de limpieza pública no es gratis, debe ser asumido por los ciudadanos que se benefician del mismo. Tiene un costo para la sociedad”. (MINAM, 2018), es entonces que se deduce que la labor del poblador del distrito es fundamental, manteniendo la labor responsable, concientización, y sobre todo que cada poblador sepa su labor para mantener la limpieza del distrito, facilitando la recolección.

En el caso del distrito de Jacobo Hunter, la municipalidad del distrito tiene la labor de realizar el recojo, y transporte de los residuos sólidos al lugar de disposición final, que es el botadero de la Municipalidad de Arequipa, ubicado en Quebrada Honda, en Yura.

El botadero de Quebrada Honda está ubicado en Pampa Ispampa, en el kilómetro 19 de la carretera de Yura. A continuación vemos el mapa.

Figura 15: Ubicación de Quebrada Honda



Nota: Tomado de "DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN QUEBRADA HONDA PROVINCIA DE AREQUIPA" de Municipalidad de Arequipa. (Municipalidad de Arequipa, 2017)

Para nuestro caso, verificaremos solo el caso de recojo de residuos domiciliarios. Este servicio se realiza en 5 vehículos compactadores y 1 volquete, cada uno cuenta con un conductor y dos ayudantes, también se apoyan en el recojo de trimotos de los puntos críticos. En total de acuerdo al documento de la municipalidad de Jacobo Hunter, El plan de manejo de residuos sólidos. Se tiene que en total se cubre el 85% del distrito mediante vehículos y el 10% con trimotos, cubriendo un total del 95%.

4.1.7. Servicio de recuperación y tratamiento

El distrito cuenta con el "Programa de Segregación de Residuos Sólidos en la Fuente" lo recolectado son manejados por la Asociación de Recicladores del Medio Ambiente del Perú.

Se tiene de acuerdo a la página web de la Municipalidad que:

“El Programa de Segregación de Residuos Sólidos en la Fuente, promovido por el Ministerio de Ambiente, forma parte del servicio de limpieza pública del distrito desde el año 2011, donde se han dejado de botar más de 40 Ton/anual al botadero controlado de la Municipalidad Provincial de Arequipa, el Programa se encarga de la recolección selectiva de residuos aprovechables en una bolsa AZUL, aquí los vecinos colocan sus residuos aprovechables tales como: cartón, papel, vidrio, metal, plásticos entre otros; el que forma parte de la mejora de la gestión integral de residuos sólidos del distrito Jacobo Hunter, actualmente se cuenta con 2100 viviendas empadronadas y que participan en la recolección selectiva, se cuenta con 15 rutas de recolección vigentes distribuidas en tres días de recolección (Lunes, Miércoles y Viernes) que incluye el Cercado de Hunter (Av. Viña del Mar, Av. Italia, Av. Brasilia, Av. Paris, Av. Berlín y calles Brasil, Puerto príncipe, Irlanda, Los andes, Bogotá, Honduras, Acapulco, Nicaragua, La Paz, Haití, San José, Tucumán, Argentina, Lisboa, Egipto, etc.), La Colina I y II, Chilpinilla, Augusto Freyre, San Juan de Dios y Coop. Del Carmen. La recolección es realizada por la Asociación de recicladores ARMA-Perú, recicladores formalizados y autorizados para cumplir con esta labor.” (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2017). Como se observa, se tiene un plan de segregación, sin embargo no tiene el alcance total de la población, es importante el distrito, solo 2100 están empadronadas y realizan la labor activamente. Es decir aproximadamente el 17% del total de población realiza y pertenece a este programa.

4.1.8. Transferencia de residuos sólidos

El distrito de Jacobo Hunter no cuenta con el servicio de transferencia, ya que la Municipalidad de Arequipa no tiene la planta para esto.

4.1.9. Servicio de disposición final y reciclaje

4.1.9.1. Descripción

El distrito de Jacobo Hunter como se mencionó antes realiza las operaciones de disposición final en el botadero de Quebrada Honda, se abona S/7.63 /TN a la Municipalidad de Arequipa, donde se tiene de acuerdo a las proyecciones.

De acuerdo a la tabla 9, se tiene que considerando el pago por tonelada, proyectado al 2028 sería

Tabla 19: Pago mensual por tonelada de residuos domiciliarios

AÑO	POBLACIÓN	GPC ESTIMADA (kg/día)	RRSS GENERADOS (TONELADAS/DÍA)	RRSS GENERADOS (TONELADAS/AÑO)	PAGO DIARIO POR TONELADA	PAGO DIARIO	PAGO MENSUAL
2014	48247	0.414	19.99	7296	S/ 7.6	S/ 153	S/ 4,576
2015	48326	0.415	20.06	7320	S/ 7.6	S/ 153	S/ 4,592
2016	48405	0.416	20.12	7344	S/ 7.6	S/ 154	S/ 4,605
2017	52494	0.451	23.66	8637	S/ 7.6	S/ 181	S/ 5,416
2018	52580	0.452	23.74	8666	S/ 7.6	S/ 181	S/ 5,434
2019	52752	0.453	23.9	8723	S/ 7.6	S/ 182	S/ 5,471
2020	53012	0.455	24.13	8809	S/ 7.6	S/ 184	S/ 5,523
2021	53360	0.458	24.45	8925	S/ 7.6	S/ 187	S/ 5,597
2022	53798	0.462	24.85	9072	S/ 7.6	S/ 190	S/ 5,688
2023	54329	0.467	25.35	9252	S/ 7.6	S/ 193	S/ 5,803
2024	54955	0.472	25.93	9466	S/ 7.6	S/ 198	S/ 5,935
2025	55679	0.478	26.62	9717	S/ 7.6	S/ 203	S/ 6,093
2026	56505	0.485	27.42	10008	S/ 7.6	S/ 209	S/ 6,276
2027	57437	0.493	28.33	10340	S/ 7.6	S/ 216	S/ 6,485
2028	58480	0.502	29.37	10719	S/ 7.6	S/ 224	S/ 6,723

Nota: Calculado en base a los documentos de INEI Y MUNICIPALIDAD DE JACOBO HUNTER y el Plan de Manejo de residuos Sólidos del distrito de Jacobo Hunter

Detalle del cálculo: Factor de crecimiento (calculado en base al promedio del crecimiento de 2014 y 2015 y 2017) = 1.04305463

Como se observa en la tabla anterior, para el año actual, se pagan S/ 5,434 por residuos domiciliarios, para el año 2028, se terminaría pagando S/ 6,723 por la disposición de residuos sólidos.

4.1.9.2. Reciclaje

De acuerdo al MINAM el reciclaje es definido como “Usar el material del bien o producto una y otra vez luego de ser transformado en un producto similar o uno

parecido que pueda volverse a usar: cartón, papel, plástico, vidrio, entre otros.” (Ministerio del Ambiente, 2016).

En nuestro caso el distrito de Jacobo Hunter realiza reciclaje de acuerdo al Programa de Segregación de Residuos Sólidos en la Fuente, que en el año 2011 fue creado para que en el 2015, haya 2800 hogares que reciclan, y desde el mismo año, el distrito cuenta con un centro de acopio y segregación de residuos sólidos domiciliarios, dicho centro cuenta con un área de trabajo señalizado. El reciclaje se realiza en bolsas azules las cuales son recogidas por los trabajadores municipales correspondientes y dejados para finalmente ser transportados al centro de acopio mencionado. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015).

4.1.10. Aspectos administrativos, económicos y financieros

Respecto al tema administrativo, la responsabilidad recae íntegramente sobre la Municipalidad para el caso de la limpieza pública por administración directa de la Sub Gerencia de Servicios Comunes y de Medio Ambiente, intervienen también la Sub Gerencia de Planeamiento, Presupuesto, Racionalización y OPI para el presupuesto y temas administrativos. (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015)

4.1.10.1. Financiamiento

Los costos como se mencionó antes, el costo de la disposición es S/ 5,434 para el caso de residuos domiciliarios. El Plan de Manejo de Residuos Sólidos, indica también que la morosidad para el caso de la limpieza pública se estima en el 66%, esto se debe a los retrasos en los arbitrios de los ciudadanos

En la tabla a continuación se muestra los ingresos por vivienda para el caso de arbitrios domiciliarios.

Tabla 20: Arbitrios domiciliarios

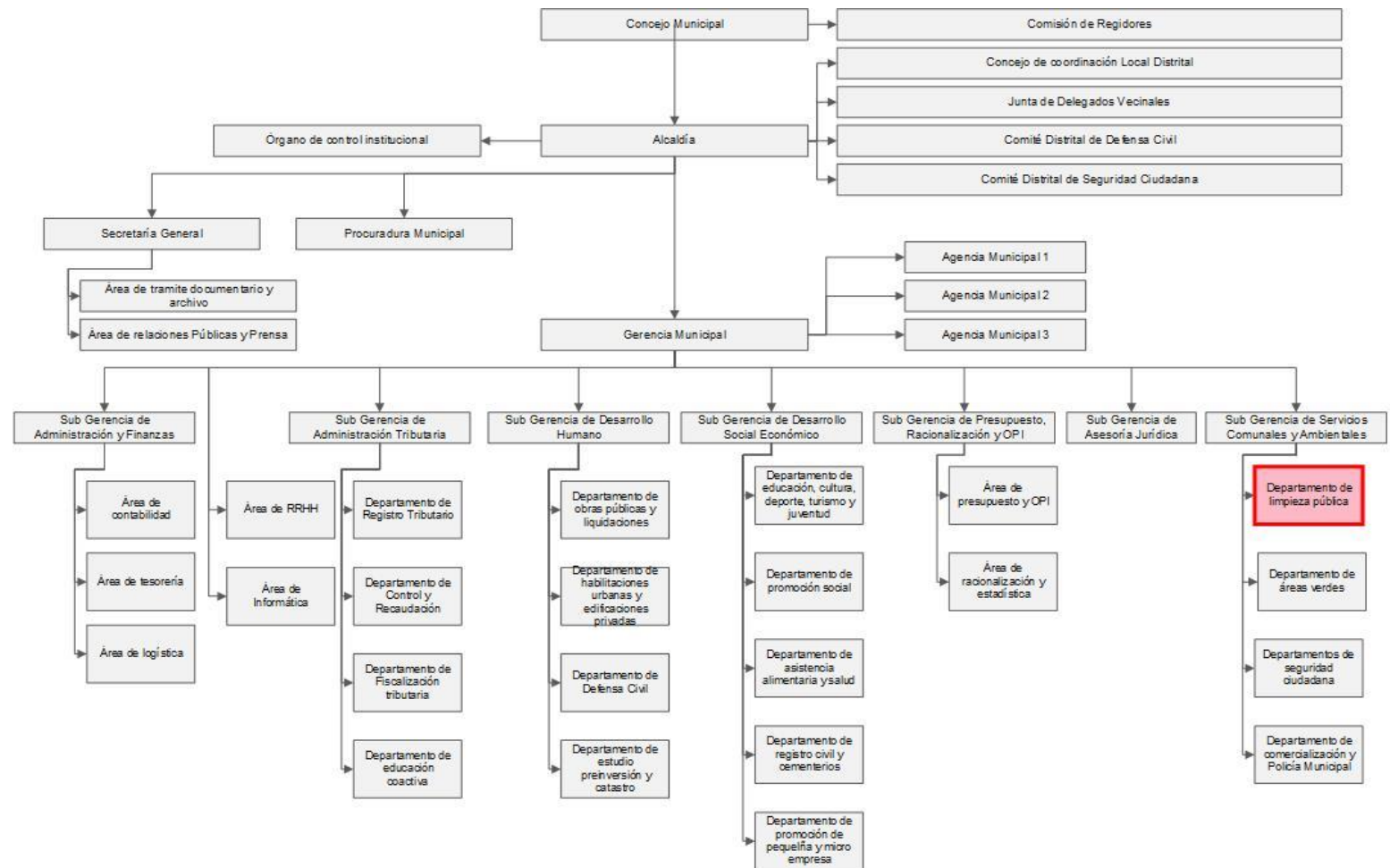
Área del predio domiciliario	Arbitrios por recolección de Disposición de Residuos Sólidos	
	Pago anual	Pago mensual
SECTOR 1		
001 - 200 m2	S/ 76.96	S/ 6.41
201 - 400 m2	S/ 104.67	S/ 8.72
401 – más m2	S/ 125.64	S/ 10.47
SECTOR 2		
001 - 200 m2	S/ 67.11	S/ 5.59
201 - 400 m2	S/ 80.14	S/ 6.68
401 – más m2	S/ 103.77	S/ 8.59
SECTOR 3		
001 - 200 m2	S/ 21.72	S/ 1.81
201 - 400 m2	S/ 26.56	S/ 2.21
401 – más m2	S/ 64.11	S/ 5.34

Nota: Adaptado de Plan de Manejo de residuos Sólidos del distrito de Jacobo Hunter.

(Municipalidad de Jacobo Hunter, 2015)

Como se observa, los ingresos por arbitrios por vivienda son en promedio de S/ 102, para el sector 1; S/ 83 para el sector 2 y S/ 37 para el sector 3.

Figura 16: Organigrama



Nota: Adaptado de la página web de la Municipalidad de Jacobo Hunter (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2019)

4.2. Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios

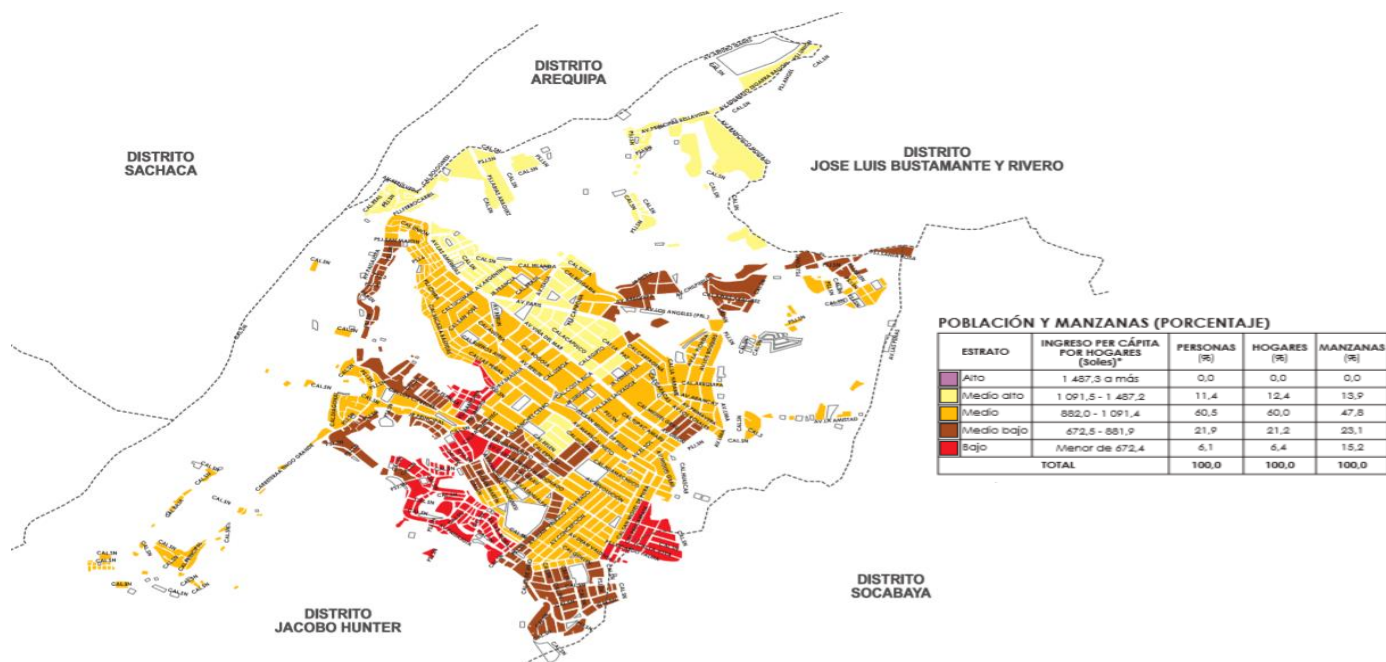
De acuerdo al capítulo 3 y a la Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales (EC-RSM) se tiene que:

De acuerdo a la caracterización y población objetivo, se tiene que deberán analizarse los residuos de 40 viviendas. Y de acuerdo a la distribución por niveles socioeconómicos, deberán realizarse 26 viviendas del nivel socioeconómico C, 12 del D y 2 del E.

4.2.1. Recolección de la información

Para la recolección de la información se escogieron hogares con el nivel socioeconómico indicado, aleatoriamente. A continuación un mapa del distrito por ingresos que tomaremos de referencia para los niveles socioeconómicos.

Figura 17: Mapa de Jacobo Hunter



Nota: Tomado de "Planos estratificados por Ingreso a nivel de manzana de las grandes ciudades, 2017" (INEI, 2017)

Como se observa el distrito no cuenta nivel socioeconómico A/B, solo cuenta con el C, D, E. de donde a continuación se muestran las viviendas seleccionadas

Figura 18: Viviendas seleccionadas



Nota: Adaptado de "Planos estratificados por Ingreso a nivel de manzana de las grandes ciudades, 2017" (INEI, 2017)

Como se puede observar, se hizo un muestreo aleatorio de acuerdo a la distribución por niveles socioeconómicos.

Finalmente, para recabar la información se indicó a los participantes que segreguen la basura en 4 tipos: en desechos orgánicos (bolsa verde), y los desechos inorgánicos se separaron en 2 tipos: plásticos (bolsa negra) y papel (bolsa naranja o amarilla), el resto de tipos de desechos no se separaron, para fines de nuestra investigación se proyectan los datos del estudio de caracterización del 2015.

En el anexo se muestra el padrón de viviendas participantes, de acuerdo al documento "Guía de caracterización de residuos sólidos" por el MINAM, donde

se indican los datos requeridos: Número, código, dirección, nombres y apellidos, nro de habitantes. También se utilizaron stickers para hacer la identificación de las viviendas más fácil.

Para la recolección de los residuos fueron necesarios los elementos logísticos que se mencionan en la siguiente tabla, de acuerdo a la “Guía de caracterización”

Tabla 21: Elementos logísticos

Materiales de oficina
Lapiceros, lápices, formatos de empadronamiento, entre otros.
Materiales para la recolección
Bolsas verdes, negras, amarillas o naranjas. Guantes Mascarilla Botas Gorras Guantes Mandil u overol
Personal de recolección
Recolectores (recolección y clasificación) Chofer
Movilidad
Vehículo para personal de recolección Vehículo para los residuos recolectados
Ambiente para realizar la caracterización
Área libre, ventilada y apta para la separación
Herramientas e insumos para la caracterización
Balanza Carretillas Cilindros de 200 litros de capacidad Winchas de 3 metros Escobas Lampas Recogedores Bolsas de polietileno

Nota: Adaptado de “Guía metodológica de caracterización de residuos sólidos” Luego de la recolección se procede a la separación y determinación de las características.

4.2.1.1. Determinación parámetros:

Se consideran la generación, composición, la densidad y humedad no son consideradas para medir, por los fines de la investigación. De acuerdo a la guía mencionada, se define la generación como el conocimiento de lo producido per cápita de los pobladores del distrito. La composición se refiere a los componentes de los residuos domiciliarios. La densidad, usado para dimensionar los tamaños de los equipamientos para la disposición de residuos sólidos. Y la humedad usado para el diseño de los rellenos sanitarios y estimación de lixiviados.

4.2.2. Análisis de resultados

Respecto a la caracterización de los residuos sólidos, en este caso domiciliarios, la generación per cápita de los habitantes del distrito de Jacobo Hunter es de 0.0461 Kg, indicando que cada habitante genera esa cantidad de residuos sólidos domiciliarios, el cálculo se realizó:

$$RS = \frac{día1 + día2 + día3 + día4 + día5 + día6 + día7}{(nro\ de\ habitantes * nro\ de\ días)}$$

A continuación en la tabla se muestran los resultados de los residuos sólidos totales.

Tabla 22: RESIDUOS SÓLIDOS PER CÁPITA

RESIDUOS SOLIDOS		Número de habitantes	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Generación per cápita
Número	Código		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	0.461
1	JH-001	3	2.48	3.89	1.92	1.44	2.46	3.74	1.34	1.03	0.754
2	JH-002	6	2.62	2.88	3.25	2.83	2.62	2.60	2.67	2.60	0.463
3	JH-003	4	1.69	1.80	0.65	1.80	1.69	3.56	1.30	2.30	0.468
4	JH-004	4	0.02	1.52	4.21	0.96	2.20	0.29	1.66	1.12	0.427
5	JH-005	5	2.11	2.92	3.04	0.60	0.22	5.39	2.45	2.05	0.477
6	JH-006	2	0.39	1.56	0.35	0.19	1.49	2.02	0.70	1.23	0.539
7	JH-007	6	2.53	2.34	1.64	3.07	0.64	3.85	2.02	2.43	0.381
8	JH-008	4	5.12	3.29	3.06	4.22	2.04	2.31	2.48	2.74	0.719
9	JH-009	4	3.36	2.18	4.73	0.60	0.35	2.55	3.12	1.15	0.525
10	JH-010	5	4.95	2.60	5.53	0.00	0.26	2.93	4.00	1.06	0.468
11	JH-011	6	2.57	1.49	0.39	0.00	2.44	0.22	1.42	0.89	0.163
12	JH-012	5	3.71	2.58	4.37	0.00	2.53	1.39	3.26	1.31	0.441
13	JH-013	3	3.58	1.58	1.79	0.84	0.46	1.69	2.18	0.98	0.453
14	JH-014	5	0.00	1.65	0.55	0.60	0.64	3.28	0.66	1.49	0.253
15	JH-015	3	1.80	1.40	1.40	1.62	1.01	1.38	1.43	1.29	0.454
16	JH-016	4	0.35	1.42	0.79	0.70	2.22	0.92	0.78	1.26	0.289
17	JH-017	4	4.02	2.07	1.79	2.18	2.60	0.55	2.48	1.72	0.478
18	JH-018	7	1.65	2.29	3.43	0.38	1.43	2.71	2.22	1.50	0.285
19	JH-019	5	2.57	4.80	2.31	0.29	2.31	1.30	2.98	1.29	0.437
20	JH-020	6	4.05	3.33	0.44	2.66	3.56	3.10	2.49	3.04	0.444
21	JH-021	4	6.86	3.31	0.75	2.76	0.90	2.75	3.51	2.06	0.573
22	JH-022	3	0.00	1.89	2.34	0.50	1.87	2.04	1.24	1.46	0.539
23	JH-023	6	3.89	6.76	2.41	0.70	2.80	1.74	4.04	1.73	0.480
24	JH-024	7	0.40	3.16	3.61	1.10	2.88	3.77	2.12	2.56	0.392
25	JH-025	5	1.67	1.81	0.75	2.42	2.75	0.88	1.32	1.95	0.340
26	JH-026	4	4.00	1.75	2.03	2.83	1.10	1.25	2.44	1.65	0.466
27	JH-027	6	5.85	6.96	2.78	1.56	4.18	0.22	4.86	1.94	0.536
28	JH-028	4	1.14	1.71	0.65	2.52	2.31	1.54	1.09	2.05	0.424
29	JH-029	5	3.43	2.99	0.94	3.89	3.92	2.00	2.32	1.74	0.508
30	JH-030	5	7.06	3.37	0.86	0.98	1.93	2.70	3.62	1.84	0.437
31	JH-031	4	3.89	1.80	2.16	2.04	0.88	4.75	1.74	2.50	0.567
32	JH-032	4	1.14	3.03	0.96	0.70	2.82	2.57	1.58	2.01	0.488
33	JH-033	5	3.46	2.96	3.46	2.52	0.88	2.84	1.60	2.01	0.465
34	JH-034	4	5.74	1.83	2.73	3.59	1.21	0.55	2.84	1.68	0.515
35	JH-035	6	0.37	2.75	3.74	3.24	2.05	3.56	2.02	2.86	0.481
36	JH-036	3	0.00	1.57	0.83	0.96	3.01	0.58	0.71	1.49	0.436
37	JH-037	5	0.00	2.60	2.47	3.47	1.25	3.52	1.49	2.65	0.499
38	JH-038	6	5.76	3.12	0.70	3.70	3.18	2.02	3.07	2.86	0.444
39	JH-039	4	2.11	2.18	3.48	0.38	0.90	2.75	2.35	1.33	0.478
40	JH-040	2	1.45	0.77	0.81	2.04	0.57	0.57	0.95	1.00	0.479

Nota: Elaboración propia. Información recolectada en el estudio, en el cálculo no se consideró el día cero, por instrucciones de la guía metodológica.

Respecto a la composición de los residuos sólidos domiciliarios, se tiene que la composición, para nuestros fines se consideró 3 aspectos, residuos orgánicos, papel y cartón y plástico, el resto de residuos no se separaron ya que no influyen en los resultados de la investigación.

Primero tenemos el caso de los residuos sólidos orgánicos y los que priman en importancia para la producción de compost, biogás u otros. A continuación la tabla con los resultados por vivienda respecto a los residuos orgánicos.

Es importante mencionar que se brindaron bolsas de distintos colores para facilitar la separación de los residuos orgánicos, papel y plástico, evitando polución y contaminación.

Tabla 23: RESIDUOS ORGÁNICOS

MATERIA ORGÁNICA		Número de habitantes	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Generación per cápita
Número	Código		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
1	JH-001	3	1.51	2.38	1.17	0.88	1.50	2.29	0.82	0.62	0.460
2	JH-002	6	2.17	2.46	2.69	2.48	1.99	2.24	2.34	1.60	0.376
3	JH-003	4	1.41	1.54	0.54	1.58	1.29	3.08	1.14	1.41	0.378
4	JH-004	4	0.01	0.99	2.74	0.63	1.40	0.19	1.09	0.68	0.276
5	JH-005	5	1.44	2.01	2.07	0.42	0.14	3.73	1.71	1.24	0.323
6	JH-006	2	0.28	1.14	0.25	0.14	1.02	1.49	0.52	0.75	0.380
7	JH-007	6	1.57	1.46	1.02	1.92	0.39	2.40	1.26	1.46	0.236
8	JH-008	4	3.48	2.26	2.07	2.94	1.34	1.60	1.72	1.66	0.485
9	JH-009	4	2.15	1.40	3.03	0.39	0.22	1.65	2.02	0.69	0.336
10	JH-010	5	3.27	1.73	3.64	0.00	0.17	1.96	2.69	0.64	0.310
11	JH-011	6	1.67	0.97	0.25	0.00	1.55	0.14	0.94	0.54	0.105
12	JH-012	5	2.52	1.78	2.97	0.00	1.66	0.96	2.27	0.79	0.298
13	JH-013	3	2.47	1.10	1.24	0.59	0.31	1.19	1.54	0.59	0.313
14	JH-014	5	0.00	1.06	0.35	0.39	0.40	2.12	0.43	0.90	0.161
15	JH-015	3	1.12	0.87	0.87	1.01	0.62	0.86	0.89	0.78	0.281
16	JH-016	4	0.21	0.84	0.47	0.41	1.32	0.54	0.46	0.76	0.171
17	JH-017	4	2.21	1.13	0.99	1.18	1.47	0.30	1.34	1.02	0.265
18	JH-018	7	1.03	1.43	2.14	0.24	0.88	1.70	1.39	0.90	0.177
19	JH-019	5	1.67	3.14	1.50	0.19	1.47	0.85	1.97	0.78	0.283
20	JH-020	6	2.75	2.29	0.30	1.85	2.34	2.15	1.73	1.84	0.298
21	JH-021	4	4.74	2.31	0.52	1.95	0.60	1.93	2.49	1.25	0.395
22	JH-022	3	0.00	1.21	1.50	0.33	1.17	1.31	0.80	0.88	0.343
23	JH-023	6	2.61	4.57	1.61	0.48	1.82	1.18	2.77	1.04	0.321
24	JH-024	7	0.26	2.07	2.35	0.73	1.83	2.48	1.40	1.54	0.253
25	JH-025	5	1.08	1.18	0.49	1.59	1.74	0.57	0.87	1.18	0.217
26	JH-026	4	2.60	1.14	1.32	1.87	0.70	0.82	1.61	0.99	0.302
27	JH-027	6	3.75	4.48	1.78	1.01	2.63	0.14	3.15	1.17	0.342
28	JH-028	4	0.76	1.14	0.43	1.69	1.48	1.03	0.73	1.24	0.277
29	JH-029	5	2.33	2.06	0.64	2.71	2.57	1.39	1.62	1.05	0.343
30	JH-030	5	4.31	2.06	0.52	0.60	1.17	1.65	2.22	1.11	0.266
31	JH-031	4	2.53	1.18	1.40	1.35	0.56	3.12	1.15	1.51	0.367
32	JH-032	4	0.79	2.12	0.66	0.49	1.87	1.81	1.12	1.22	0.332
33	JH-033	5	2.11	1.81	2.11	1.54	0.53	1.74	0.98	1.21	0.283
34	JH-034	4	3.16	1.00	1.50	1.94	0.68	0.30	1.53	1.00	0.284
35	JH-035	6	0.24	1.77	2.39	2.10	1.28	2.30	1.31	1.72	0.307
36	JH-036	3	0.00	1.03	0.54	0.63	1.91	0.38	0.47	0.90	0.279
37	JH-037	5	0.00	1.65	1.56	2.21	0.78	2.23	0.95	1.60	0.313
38	JH-038	6	3.86	2.11	0.47	2.53	2.06	1.38	2.10	1.73	0.295
39	JH-039	4	1.44	1.50	2.37	0.27	0.59	1.90	1.64	0.81	0.324
40	JH-040	2	1.00	0.54	0.56	1.44	0.38	0.40	0.67	0.61	0.328

Nota: Elaboración propia. Información recolectada en el estudio, en el cálculo no se consideró el día cero, por instrucciones de la guía metodológica.

Luego se muestran los resultados por vivienda de los residuos tipo papel y cartón, respecto a las viviendas consideradas.

Tabla 24: PAPEL Y CARTÓN

MATERIA		Número de	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Día	Generación per
Número	Código		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
1	JH-001	3	0.10	0.15	0.07	0.06	0.09	0.14	0.05	0.04	0.029
2	JH-002	6	0.14	0.16	0.17	0.16	0.13	0.14	0.15	0.10	0.024
3	JH-003	4	0.09	0.10	0.03	0.10	0.08	0.20	0.07	0.09	0.024
4	JH-004	4	0.00	0.06	0.17	0.04	0.09	0.01	0.07	0.04	0.017
5	JH-005	5	0.09	0.13	0.13	0.03	0.01	0.23	0.11	0.08	0.020
6	JH-006	2	0.02	0.07	0.02	0.01	0.06	0.09	0.03	0.05	0.024
7	JH-007	6	0.10	0.09	0.06	0.12	0.02	0.15	0.08	0.09	0.015
8	JH-008	4	0.24	0.16	0.15	0.21	0.09	0.11	0.12	0.10	0.034
9	JH-009	4	0.14	0.09	0.20	0.03	0.01	0.11	0.14	0.04	0.022
10	JH-010	5	0.22	0.12	0.25	0.00	0.01	0.13	0.19	0.04	0.021
11	JH-011	6	0.11	0.07	0.02	0.00	0.10	0.01	0.06	0.03	0.007
12	JH-012	5	0.16	0.11	0.19	0.00	0.11	0.06	0.15	0.05	0.019
13	JH-013	3	0.16	0.07	0.08	0.04	0.02	0.08	0.10	0.04	0.021
14	JH-014	5	0.00	0.07	0.02	0.03	0.03	0.14	0.03	0.06	0.011
15	JH-015	3	0.07	0.06	0.06	0.07	0.04	0.06	0.06	0.05	0.018
16	JH-016	4	0.01	0.05	0.03	0.03	0.08	0.03	0.03	0.05	0.011
17	JH-017	4	0.14	0.07	0.06	0.08	0.09	0.02	0.09	0.06	0.017
18	JH-018	7	0.07	0.09	0.14	0.02	0.06	0.11	0.09	0.06	0.011
19	JH-019	5	0.11	0.21	0.10	0.01	0.10	0.06	0.13	0.05	0.019
20	JH-020	6	0.19	0.16	0.02	0.13	0.16	0.15	0.12	0.11	0.021
21	JH-021	4	0.34	0.17	0.04	0.14	0.04	0.14	0.18	0.08	0.028
22	JH-022	3	0.00	0.08	0.10	0.02	0.08	0.09	0.05	0.05	0.023
23	JH-023	6	0.18	0.32	0.11	0.03	0.12	0.08	0.19	0.07	0.022
24	JH-024	7	0.02	0.14	0.16	0.05	0.12	0.17	0.10	0.10	0.017
25	JH-025	5	0.07	0.08	0.03	0.11	0.11	0.04	0.06	0.07	0.014
26	JH-026	4	0.17	0.08	0.09	0.13	0.05	0.06	0.11	0.06	0.020
27	JH-027	6	0.25	0.30	0.12	0.07	0.17	0.01	0.21	0.07	0.023
28	JH-028	4	0.05	0.08	0.03	0.12	0.10	0.07	0.05	0.08	0.019
29	JH-029	5	0.16	0.15	0.04	0.19	0.17	0.10	0.12	0.07	0.024
30	JH-030	5	0.27	0.13	0.03	0.04	0.07	0.10	0.14	0.07	0.017
31	JH-031	4	0.17	0.08	0.09	0.09	0.04	0.21	0.08	0.09	0.024
32	JH-032	4	0.06	0.15	0.05	0.04	0.13	0.13	0.08	0.08	0.023
33	JH-033	5	0.13	0.11	0.13	0.10	0.03	0.11	0.06	0.07	0.018
34	JH-034	4	0.20	0.06	0.10	0.12	0.04	0.02	0.10	0.06	0.018
35	JH-035	6	0.02	0.12	0.16	0.14	0.08	0.15	0.09	0.11	0.020
36	JH-036	3	0.00	0.07	0.04	0.04	0.13	0.03	0.03	0.06	0.018
37	JH-037	5	0.00	0.11	0.10	0.14	0.05	0.15	0.06	0.10	0.020
38	JH-038	6	0.27	0.15	0.03	0.18	0.14	0.10	0.15	0.11	0.020
39	JH-039	4	0.10	0.11	0.17	0.02	0.04	0.14	0.12	0.05	0.023
40	JH-040	2	0.07	0.04	0.04	0.11	0.03	0.03	0.05	0.04	0.023

Nota: Elaboración propia. Información recolectada en el estudio, en el cálculo no se consideró el día cero, por instrucciones de la guía metodológica.

Y Finalmente se muestra la tabla por vivienda de acuerdo a plásticos.

Tabla 25: PLÁSTICO

MATERIA ORGÁNICA		Número de habitantes	Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Generación per cápita
Número	Código		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
1	JH-001	3	0.08	0.13	0.06	0.05	0.08	0.12	0.04	0.03	0.025
2	JH-002	6	0.09	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.016
3	JH-003	4	0.06	0.06	0.02	0.06	0.06	0.13	0.05	0.07	0.016
4	JH-004	4	0.00	0.05	0.14	0.03	0.07	0.01	0.05	0.04	0.014
5	JH-005	5	0.07	0.10	0.10	0.02	0.01	0.18	0.08	0.07	0.016
6	JH-006	2	0.01	0.05	0.01	0.01	0.05	0.07	0.02	0.04	0.017
7	JH-007	6	0.08	0.08	0.05	0.10	0.02	0.12	0.07	0.08	0.012
8	JH-008	4	0.20	0.13	0.12	0.18	0.08	0.10	0.10	0.09	0.028
9	JH-009	4	0.12	0.08	0.17	0.02	0.01	0.09	0.11	0.04	0.019
10	JH-010	5	0.19	0.10	0.21	0.00	0.01	0.11	0.16	0.03	0.018
11	JH-011	6	0.10	0.06	0.01	0.00	0.09	0.01	0.05	0.03	0.006
12	JH-012	5	0.13	0.09	0.15	0.00	0.08	0.05	0.11	0.04	0.015
13	JH-013	3	0.13	0.06	0.06	0.03	0.02	0.06	0.08	0.03	0.016
14	JH-014	5	0.00	0.06	0.02	0.02	0.12	0.02	0.05	0.05	0.009
15	JH-015	3	0.06	0.05	0.05	0.06	0.03	0.05	0.05	0.04	0.015
16	JH-016	4	0.01	0.05	0.03	0.02	0.07	0.03	0.03	0.04	0.009
17	JH-017	4	0.14	0.07	0.06	0.08	0.09	0.02	0.09	0.06	0.017
18	JH-018	7	0.06	0.08	0.12	0.01	0.05	0.09	0.08	0.05	0.010
19	JH-019	5	0.10	0.18	0.09	0.01	0.08	0.05	0.11	0.04	0.016
20	JH-020	6	0.16	0.14	0.02	0.11	0.13	0.13	0.10	0.10	0.017
21	JH-021	4	0.28	0.14	0.03	0.12	0.03	0.12	0.15	0.07	0.023
22	JH-022	3	0.00	0.07	0.08	0.02	0.07	0.07	0.05	0.05	0.019
23	JH-023	6	0.15	0.27	0.09	0.03	0.10	0.07	0.16	0.06	0.019
24	JH-024	7	0.01	0.12	0.13	0.04	0.10	0.14	0.08	0.08	0.014
25	JH-025	5	0.06	0.07	0.03	0.09	0.10	0.03	0.05	0.06	0.012
26	JH-026	4	0.15	0.07	0.07	0.11	0.04	0.05	0.09	0.05	0.017
27	JH-027	6	0.21	0.25	0.10	0.06	0.15	0.01	0.18	0.06	0.019
28	JH-028	4	0.04	0.07	0.02	0.10	0.08	0.06	0.04	0.07	0.016
29	JH-029	5	0.14	0.12	0.04	0.16	0.15	0.08	0.10	0.06	0.020
30	JH-030	5	0.23	0.11	0.03	0.03	0.06	0.09	0.12	0.06	0.014
31	JH-031	4	0.14	0.07	0.08	0.08	0.03	0.18	0.07	0.08	0.021
32	JH-032	4	0.05	0.13	0.04	0.03	0.11	0.11	0.07	0.07	0.019
33	JH-033	5	0.11	0.10	0.11	0.08	0.03	0.09	0.05	0.06	0.015
34	JH-034	4	0.20	0.06	0.09	0.12	0.04	0.02	0.10	0.05	0.017
35	JH-035	6	0.01	0.10	0.13	0.12	0.07	0.13	0.07	0.09	0.017
36	JH-036	3	0.00	0.06	0.03	0.04	0.11	0.02	0.03	0.05	0.016
37	JH-037	5	0.00	0.09	0.09	0.12	0.04	0.12	0.05	0.09	0.017
38	JH-038	6	0.22	0.12	0.03	0.15	0.12	0.08	0.12	0.09	0.017
39	JH-039	4	0.08	0.09	0.14	0.02	0.03	0.11	0.10	0.04	0.019
40	JH-040	2	0.06	0.03	0.03	0.09	0.02	0.02	0.04	0.03	0.019

Nota: Elaboración propia. Información recolectada en el estudio, en el cálculo no se consideró el día cero, por instrucciones de la guía metodológica.

De esta información se tiene que del total de residuos sólidos, el 60% aproximadamente pertenece a los residuos sólidos orgánicos, luego el 6.5% aproximadamente pertenece a los residuos de papel y cartón y finalmente el 3.2% pertenece a los residuos de plástico.

De acuerdo a la información presentada en capítulos anteriores, los resultados son concluyentes y confirman las proyecciones que se hicieron previos a la caracterización, donde se tenía porcentajes muy similares, como podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla 26: Comparación de residuos sólidos

TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS	2018 1/	2018 2/
Materia orgánica	60.75%	65.39%
Papel y cartón	7.05%	6.60%
Plástico	2.89%	3.60%
Otros residuos	29.31%	24.41%

1/ Corresponde a la información de la tabla 15

2/ Corresponde a la información de las tablas 20, 21, 22 y 23

Como observamos, los porcentajes del estudio de caracterización realizados respecto a los proyectados en el 2018, de la tabla 15 son bastante similares y resultan consistentes con los nuestros. Por lo que se concluye que si hay suficiente materia orgánica para ser destinada a un biodigestor o para producir compost, también hay un porcentaje importante para ser reciclado respecto al papel, cartón y plástico. Como se mencionó antes, los otros residuos no fueron estudiados ya que no influyen en los resultados de la investigación.

4.3. Evaluación y análisis del manejo de residuos sólidos (indicadores)

En este punto vamos a analizar cuantitativamente el manejo de los residuos sólidos, determinando indicadores. Podemos empezar por la producción per cápita y por distrito de residuos sólidos domiciliarios. Se tiene que la producción

per cápita, de acuerdo a la caracterización realizada es de 0.46 kg/día/persona, y en el 2018 hubieron 52580 de donde se saca que son 24 TN/Día/distrito.

4.3.1. Reclamos presentados, análisis de eficiencia

En este punto vamos a analizar los reclamos presentados ante la municipalidad respecto al recojo de residuos sólidos. Si bien no se tiene esta información al 2018, en el año 2015 se mostraron estos resultados en el documento de Análisis de manejo de Residuos Sólidos, de donde se deduce que hubieron 46 reclamos al 2015, proyectados al 2018, se tiene que fueron 50 reclamos realizados en el año mencionado.

4.3.2. Costos relacionados al manejo de residuos solidos

En este punto analizaremos los costos relacionados directos a la recolección de residuos sólidos y no al barrido. Entonces en relación a esto, el costo de gasolina actual es de S/11.71 en promedio, a continuación se muestra la tabla de los grifos y precios.

Tabla 27: Precios de combustible

Distrito	Establecimiento	Dirección	Teléfono	Precio de venta (Soles por Galón)
Jacobo Hunter	Grifo Bellavista	Calle principal s/N Pueblo tradicional de Bellavista	54273139	S/ 11.29
Jacobo Hunter	Felix César Calderón Nuñez	Av. Las Américas N° 101	054440616/0544442513	S/ 11.39
Jacobo Hunter	Setra Dulce Carmelo	Lote 17, Mz L, Zona Am PPJJ Daniel Alcides Carrión	054440882/959614860	S/ 11.57
Jacobo Hunter	José Alberto Contreras Nuñez	Esquina Mariscal Nieto y Calle Ureta, B-21, Coop Andrés Avelino Cáceres	544411661	S/ 12.59

Nota: Tomado de Osinergmin. (Osinergmin, 2018)

De donde se desprende que el precio más bajo es el de S/11.29, y es el que asumiremos como precio de venta en soles por galón 6.5 km/galón. De donde se tiene que de acuerdo al plan de manejo de residuos sólidos del 2015 de la municipalidad de Jacobo Hunter y a sus rutas de recojo, y la disposición final en La Fuente, son 22 km aproximadamente. De donde se tiene que el costo por combustible es de:

Tabla 28: Costos anuales por combustible

Costo en combustible	Vehículo	Precio por galón	Rendimiento por galón (Km/galón)	Distancia recorrida diaria (km)	Rendimiento vs distancia recorrida	Costo diario por vehículo	Costo total diario en combustible	Costo mensual en combustible	Costo anual en combustible
Compactador	5	S/ 11.29	6.5	32	4.9	S/ 55.58	S/ 277.91	S/ 1389.54	S/ 16674.46
Volquete	1	S/ 11.29	5.5	32	5.8	S/ 65.69	S/ 65.69	S/ 328.44	S/ 3941.24

Nota: Calculado en base al costo por galón y rendimiento por kilometraje por vehículo

De donde se tiene que el costo en combustible es calculado en base a el número de vehículos, precio por galón y rendimiento por galón, considerando que se recorren un total de 32 km hasta el punto de disposición final y la ruta propia del vehículo por recolección, el costo anual en combustible para compactadores es de S/16674.46 y de volquete S/ 3941.24

Luego consideramos el costo por mantenimiento por vehículo compactador y volquete. De donde se observa la siguiente tabla

Tabla 29: Costos anuales por mantenimiento

Costo en combustible	Vehículo	Pago por mantenimiento	Mantenimiento semestral	Pago mantenimiento anual
Compactador	5	S/ 2500.00	S/ 12500.00	S/ 25000.00
Volquete	1	S/ 3500.00	S/ 3500.00	S/ 7000.00

Nota: Calculado en base al costo por mantenimiento semestral considerando cambio de aceite, lubricantes, líquido de frenos entre otros.

Considerando los costos anuales de mantenimiento se tiene que por los vehículos compactadores serán S/ 25000 y para los vehículos tipo volquete se tiene que son S/ 7000.

Luego se tienen los costos por personal, considerando costos de planilla se tiene que:

Tabla 30: Costos anuales por personal

Costo en personal	Trabajadores por vehículo	Trabajadores totales	Sueldo mensual	Costos planilla 1/	Costo mensual	Costo mensual fijo 2/	Costo anual fijo
Chofer	1	6	S/ 1800.00	S/ 911.50	S/ 2711.50	S/ 16269.00	S/ 195228.00
Ayudantes	2	12	S/ 1500.00	S/ 759.58	S/ 2259.58	S/ 27115.00	S/ 325380.00
Barrido	11	11	S/ 1250.00	S/ 632.99	S/ 1882.99	S/ 20712.85	S/ 248554.17

Nota: Calculado en base al pago mensual por trabajador

1/Costos planilla, considerando pagos por CTS, vacaciones, gratificaciones, seguro.

2/ Costo mensual fijo, en base al costo mensual y el número de trabajadores.

Como se observa, se tiene que son S/ 195228 destinados a pago de choferes y S/ 325380 por pago de ayudantes, consideramos también el pago por barrido S/248554.17

Luego se tiene el costo por indumentaria y EPP's, de donde se tiene que:

Tabla 31: Costos anuales EPPs

Costo en indumentaria	Trabajadores por vehículo	Trabajadores totales	Costo por EPP	Costos EPP 1/
EPP's Chofer	1	6	S/ 450.00	S/ 10800.00
EPP's asistentes	2	12	S/ 650.00	S/ 31200.00
EPP's barrido	-	11	S/ 650.00	S/ 28600.00

1/ Costo mensual fijo, en base al costo mensual y el número de trabajadores. Incluye pantalón, camisas, zapatos de seguridad, chaleco, sombrero, guantes, lentes, protector bucal y franela.

2/ Se consideran también 4 puestas, para ser intercambiadas en la semana.

Como se observa, el costo final por Equipos de protección personal es de S/ 10800 para choferes y S/ 31200 para asistentes y S/ 28600 para el personal de barrido.

Luego se tienen los pagos por los servicios de disposición final a la municipalidad

Tabla 32: Costos anuales por disposición final

Pago a la Municipalidad	Tn/diarias	Pago por tonelada	Pago diario	Pago mensual	Pago anual
Residuos domiciliarios	23.74	7.63	S/ 181.14	S/ 5434.09	S/ 65209.03
Residuos no domiciliarios	8.98	7.63	S/ 68.52	S/ 2055.52	S/ 24666.26

Nota: Calculado en base al costo por tonelada y a las toneladas diarias calculadas.

De donde se obtiene que el pago anual por los residuos domiciliarios es de S/65209.03, y por los no domiciliarios se paga S/ 24666.26, aproximadamente.

Finalmente se tiene el resumen de costos finales es:

Tabla 33: Costos finales anuales

Resumen de costos	
Costo combustible	S/ 20615.70
Costo mantenimiento	S/ 32000.00
Costo personal	S/ 769162.17
Costo indumentaria	S/ 70600.00
Costo Municipalidad residuos domiciliarios	S/ 65209.03
Gastos administrativos, y otros 1/	S/ 30000.00
Total	S/ 987586.90

Nota: Calculado en base a los cuadros 26, 27, 28, 29, y 30

1/ tomar en cuenta todo tipo de gasto administrativo, es un monto asumido para aproximar el monto a lo mencionado por la municipalidad en el punto 1.3.1

Distrito y otros tipos de gastos administrativos.

De donde se tiene que los gastos anuales por disposición final de residuos sólidos es de S/ 97586.90.

Finalmente se sabe que de acuerdo con la página de la Municipalidad de Jacobo Hunter, y lo tocado en el punto 1.3.1 “El mantenimiento de los vehículos compactadores, el combustible, las remuneraciones de los obreros y sus uniformes e indumentaria de seguridad; todo lo que suma más de 990 mil año;

sin embargo, los contribuyentes por este concepto apenas llegan a pagar 408 mil soles.” (Municipalidad de Jacobo Hunter, 2017)

De donde se deduce que hay un déficit de S/ 579586.90, por lo que se propone encontrar nuevas tendencias para reducir los costos en déficit. Es importante mencionar también que según la página del Ministerio de Medio Ambiente hay un 55.91% de morosidad por parte de la Municipalidad de Jacobo Hunter. (Ministerio de Medio Ambiente, 2009) y de acuerdo a las nuevas investigaciones para el 2015 la morosidad ascendió a 57%, para el año 2019 se estima que la morosidad será de 59.26%%, a continuación la estimación de morosidad:

Tabla 34: Morosidad

AÑO	POBLACIÓN
2009	55.91%
2010	56.07%
2011	56.22%
2012	56.38%
2013	56.53%
2014	56.69%
2015	57.00%
2016	57.64%
2017	58.44%
2018	59.43%
2019	60.60%

Nota: Estimado en base al año 2009 y 2015, proyectado al 2019

Factor de crecimiento 2009-2015: 0.00155714

De donde se tiene que la morosidad tiene una tendencia de crecimiento, debido al incremento de la cantidad de RRSS per cápita.

4.4. Identificación de los puntos de mejora.

Como se observa en la tabla 16 y 17, el crecimiento poblacional es inminente, y con este el crecimiento de la producción de residuos sólidos, se observa en la tabla 17, que para el 2028, el 61% del total de la producción de residuos sólidos domiciliarios, será orgánico, teniendo una gran oportunidad de aprovechamiento, para minimizar la segregación en el botadero de Quebrada Honda, ya que se potenciaría el uso del biodigestor. Es así que principalmente de acuerdo a la caracterización realizada en el punto 4.2. y a la Guía Metodológica para el desarrollo de estudio de caracterización de residuos municipales, y al análisis de costos realizado en el punto 4.3.2, se tienen que los costos finales para la disposición es de de S/ 97586.90, se pretende minimizar dichos costos mediante la reducción de volumen de disposición final en el botadero de Quebrada Honda, por el aprovechamiento del biodigestor

Como es un proyecto piloto, se tiene que mensualmente el distrito produce aproximadamente 430 t/mensuales de desechos orgánicos potencialmente aprovechables por el biodigestor, sin embargo como punto de inicio se proponen 4 escenarios con un aprovechamiento, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 35: ESCENARIOS

Escenarios		TN
Escenario 1		15.84
Escenario 2		7.92
Escenario 3		5.28
Escenario 4		0.5

Nota: elaboración propia

Donde el escenario 1 corresponde a la cantidad máxima producida diariamente por los domicilios del distrito de Jacobo Hunter, asumiendo este escenario se aprovecha el total de los residuos sólidos orgánicos.

En el escenario 2 se toma en cuenta la mitad de la cantidad máxima producida diariamente, que corresponde a 7.92 toneladas diarias.

Y finalmente el escenario 3 corresponde a la tercera parte de la cantidad máxima producida diariamente, que corresponde a 5.28 TN diarias.

Mientras que el escenario 4 corresponde a una propuesta más realista en cuanto a presupuesto y prueba del proyecto.

En el capítulo de mejora se hará un análisis de que escenario conviene más.

Los puntos críticos que se mencionan como Riberas del río Chili, Av. París con Av. Italia, Parque Quiñones, AA.HH. Arias Aragüés, Ex paradero 25, Av. Unión , Av. Brasilia con Av. Berlín, Parque Héroes del CENEPa, Av. Las Américas con Tucumán, AA.HH. La Merced, Mercado Fray Martín de Porres, Cerro Huacucharra y Ccaccallinca , Frontis reservorio San Juan de Dios, Parque Dignidad, Calle Zegarra Ballón con Andrés Avelino Cáceres, Av. Viña del Mar con Honduras, San Salvador y Brasilia pueden ser identificados como los principales puntos para que el distrito realice la segregación adecuada, de acuerdo a la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, para luego ser trasladados a Huayrondo que es donde se ubicará el biodigestor, y así tener un aprovechamiento al igual que la minimización de los puntos críticos, de acuerdo a la capacidad del biodigestor.

De acuerdo a lo detallado se tiene también que el distrito carece de un sistema de Gestión de manejo de residuos sólidos actualizado al 2019. En la actualidad el distrito tiene un plan de manejo de residuos sólidos al 2015, por lo que en el pasar de los años, el crecimiento poblacional y de la metrópoli, ha hecho que este ya esté desactualizado, por lo que se realizó el estudio de caracterización para posteriormente, en el capítulo de mejora proponer un plan de gestión para optimizar, no solo mediante el biodigestor, sino implicando a la población.

Se identifica que no hay un plan de concientización en el distrito de Jacobo Hunter acerca del manejo de residuos sólidos, tampoco hay la cultura del reciclaje en todos los pobladores del distrito, por lo que se propone redactar un

plan de concientización para que los pobladores tengan llegada y puedan adoptar nuevos hábitos de disposición de residuos sólidos

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE MEJORA

5.1. Diseño del plan

5.1.1. Recopilación de Datos del Problema y planteamiento de mejoras

Como es mencionado en el punto 1.3, el problema actual es el ineficiente manejo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter, que se considera así debido a la falta de concientización de la población, a la acumulación de deuda con la Municipalidad y finalmente que no hay un plan actualizado al 2019.

Es entonces que detallamos como 4 principales mejoras, la concientización y acceso a reciclaje para la población aumentando el valor de 4000 en un 15% de alcance. Luego, la implementación de un medio de aprovechamiento, ya que el distrito tiene el 60% de materia orgánica que puede ser usada para la generación de biogás mediante un biodigestor. También la actualización del plan 2015, al 2019, Y finalmente reducir el costo de manejo de los residuos sólidos domiciliarios para minimizar la deuda con la Municipalidad Provincial de Arequipa, que actualmente cobra S/ 7.63 TN.

En cuanto a esto se propone la etapa de diseño, donde se identifican los problemas y mejoras, como se observa en los párrafos anteriores, luego se procede a identificar las mejoras.

5.2. Mejoras identificadas

5.2.1. Implementación de un biodigestor para procesar parte del 60% de materia orgánica desechada por el distrito.

Para este punto será necesario tener un estudio técnico, uno metodológico que incluya la etapa de diseño y planificación, así como una etapa de implementación, requerimientos, condiciones técnicas, entre otros.

5.2.1.1. Estudio técnico para la implementación de un biodigestor en el distrito de Jacobo Hunter

Es importante mencionar que los antecedentes, diagnóstico inicial entre otra información necesaria se mencionó en los capítulos anteriores. En este punto nos centraremos en el punto de selección de instalación, implementación, que incluye el diseño de la instalación, entre otros y finalmente se considerará la inversión

Se proponen cuatro escenarios, ya que el proyecto presente es un piloto, por lo que se considerarán los cuatro escenarios posibles.

De la información de capítulos anteriores se tiene que del total de 24 toneladas diarias que se producen diariamente de los residuos sólidos domiciliarios, el 60% equivalente a 15.8 toneladas diarias son de materia orgánica aprovechable, la misma que está lista para ser usada en un biodigestor.

De los escenarios se proponen

Tabla 36: Escenarios

Escenarios	TN
Escenario 1	15.84
Escenario 2	7.92
Escenario 3	5.28
Escenario 4	0.5

Nota: Elección de escenarios en base a la cantidad de materia orgánica producida diariamente dividida en 3 partes.

El escenario 1 corresponde a la cantidad máxima producida diariamente por los domicilios del distrito de Jacobo Hunter, asumiendo este escenario se aprovecha el total de los residuos sólidos orgánicos.

En el escenario 2 se toma en cuenta la mitad de la cantidad máxima producida diariamente, que corresponde a 7.92 toneladas diarias.

El escenario 3 corresponde a la tercera parte de la cantidad máxima producida diariamente, que corresponde a 5.28 TN diarias.

Y el escenario 4, tomando en cuenta costos y limitaciones de procesamiento, considerando una cantidad máxima de 500 kg/ día

Es importante tomar en cuenta que se puede instalar biodigestores desde medio metro cubico, como indica el Ingeniero Godofredo Peña, uno de los pioneros en el tema en la ciudad de Arequipa.

A continuación brindamos la información relevante por escenario, tomando en cuenta área de instalación, costos, cantidad de combustible producida, aprovechamiento, entre otros.

5.2.1.2. Estudio metodológico

En este capítulo se va a explicar la metodología a seguir para llevar a cabo la mejora propuesta, y cumplir así con los objetivos que se plantearon. En esta tesis es importante darle énfasis a la investigación, ya que gracias a los buenos análisis se podrán tener buenos resultados. Es así que se realizaran los cálculos requeridos para determinar los requerimientos técnicos para tener el potencial del biogás, a base de la cantidad de materia prima y así determinar la capacidad del biodigestor. Será una investigación descriptiva, que permitirá interpretar la cantidad de biogás que podría generar el biodigestor, en todos los casos vamos a asumir que se cumplen las condiciones necesarias establecidas.

Vamos a tener una etapa de diseño y planificación una etapa de implementación y una de validación para cumplir con el plan de trabajo.

5.2.1.2.1. Etapa de diseño y planificación

En esta etapa vamos a definir las condiciones técnicas de acuerdo a cada escenario, en cada escenario se muestran los cálculos de acuerdo al volumen de residuos orgánicos, y finalmente se escogerá el más conveniente de acuerdo a las condiciones del proyecto.

5.2.1.2.2. Selección de instalación

La instalación debe de estar acorde con los objetivos de la tesis, al igual que debe ser una alternativa viable económicamente, vamos a usar por motivos metodológicos los costos de inversión, y el ahorro por la metanización para la generación de combustible.

5.2.1.2.3. Criterio de selección de tamaño

Vamos a considerar 4 escenarios como opción, el de aprovechamiento total, el de aprovechamiento de la mitad y de la tercera parte.

A continuación se muestra las condiciones técnicas para producir cada escenario.

Para dichos escenarios se realizaron los siguientes cálculos:

Tabla 37: Cálculos detallados

CALCULO BIOMASA DISPONIBLE (RESIDUOS ORGÁNICOS)	Cálculo
Residuos disponibles	Cantidad de residuos orgánicos aprovechables
Porcentaje de residuo recogido	Cantidad real del residuo recogido
% Masa Seca (MS) residuo	% de masa seca de residuo
% Masa Volátil (MV) residuo	% de masa volátil del residuo
Volumen total biomasa disponible	es igual al residuo disponible
Materia seca	residuo disponible * el % de masa seca
Materia volátil	residuo disponible * el % de masa volátil
Concentración de sólidos en Biodigestor	Concentración de sólidos en el biodigestor
Agua necesaria en el influente	Materia seca * (1-concentración de sólidos en el biodigestor)/concentración de sólidos en el biodigestor
Volumen de agua a añadir a influente	Agua necesaria -volumen total biomasa disponible + materia seca +1
Volumen de influente al Biodigestor	volumen total de biomasa disponible + volumen de agua a añadir al influente
Tiempo de Retención Hidráulica	Periodo de retención hidráulica
Volumen requerido Biodigestor	Volumen de influente al biodigestor* tiempo de retención /1000
% de seguridad	Porcentaje de seguridad
Volumen teórico Biodigestor	Volumen requerido del biodigestor*(1+%seguridad)
Volumen almacenamiento biogás	Volumen de almacenamiento del biogás
Volumen requerido Biodigestor	Volumen teórico biodigestor + volumen almacenamiento biogás
Volumen de diseño Biodigestor	Volumen de diseño del biodigestor
Proporción agua: masa en peso	Volumen de influente al Biodigestor/ volumen total biomasa disponible
Carga Orgánica Volumétrica (kg MOS/m ³ *día)	Volumen de diseño de biodigestor/ materia seca
Carga Orgánica Volumétrica (kg MV/m ³ *día)	Volumen de diseño de biodigestor/ materia volátil
Tanques hidrólisis (2), cada uno	Volumen influente del biodigestor/1000*2
PRODUCCION DE BIOGAS	
Productividad bazofia	Valor teórico
Producción biogás	Productividad de bazofia*residuos disponibles /1000
Gasómetro	Volumen de diseño del biodigestor
PRODUCCION BIOL Y BIOSOL	
Eficiencia de conversión sólidos volátiles (%)	Valor teórico
Producción Biosol	(Materia volátil*(1-eficiencia de conversión de sólidos volátiles)+materia volátil - materia seca)*eficiencia de conversión
Eficiencia de conversión líquida	Valor teórico
Producción Biol	Volumen de influente de biodigestor *(1-eficiencia de conversión líquida)

Nota: Basado en los cálculos enseñados por el ingeniero Godofredo Peña, de acuerdo a su experticia.

1 Escenario:

Tabla 38: ESCENARIO 1

CALCULO BIOMASA DISPONIBLE (RESIDUOS)	Cantidad	Unidades
Residuos disponibles	15,840	kg/día
Porcentaje de residuo recogido	100%	
% Masa Seca (MS) residuo	14%	
% Masa Volátil (MV) residuo	12%	
Volumen total biomasa disponible	15,840.00	kg/día
Materia seca	2,217.60	kg/día
Materia volátil	1,900.80	kg/día
Concentración de sólidos en Biodigestor	6.7%	
Agua necesaria en el influente	30,806.97	litros/día
Volumen de agua a añadir a influente	17,186	litros/día
Volumen de influente al Biodigestor	33,025.57	litros/día
Tiempo de Retención Hidráulica	30	días
Volumen requerido Biodigestor	990.77	m3
% de seguridad	5%	
Volumen teórico Biodigestor	1,040	m3
Volumen almacenamiento biogás	500	m3
Volumen requerido Biodigestor	1,540.31	m3
Volumen de diseño Biodigestor	1,500.00	m3
Proporción agua: masa en peso	2.08	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MOS/m3*día)	1.48	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MV/m3*día)	1.27	CONFORME
Tanques hidrólisis (2), cada uno	66.05	m3
PRODUCCION DE BIOGAS		
Productividad bazofia	52	m3 biogas/t MT
Producción biogás	824	m3 biogás/día
Gasómetro	1,500.00	m3
PRODUCCION BIOL Y BIOSOL		
Eficiencia de conversión sólidos volátiles (%)	70%	
Producción Biosol	621	kg/día
Eficiencia de conversión líquida	10%	
Producción Biol	29,723	litros/día

Nota: Tomado de proforma de SPRORGANICOS EIRL

De la tabla se desprende que: en el caso se lleguen a producir el total de residuos orgánicos producidos por el distrito de forma diaria, se tendría que mantener las siguientes características, considerando la masa seca, y volátil, el biodigestor deberá de tener un volumen de 1040 M3 , considerar también el volumen de 500m3 para el biogás, para que finalmente el biodigestor tenga una capacidad de 1540 m3, para finalmente tener una producción de 824 m3 de biogás al día, con un gasómetro de 1500 m3. Respecto a la producción del biol y biosol se tiene que se producirán 621 kg/ día de biosol y 29723 de biol de litros al día. Es importante considerar que para este biodigestor se considera una inversión de S/ 1,227,146.36 según el siguiente cuadro:

Tabla 39: Inversión

ESTRUCTURA	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Detalle	Volumen (m3)	P.U. (S/m3)	CANTIDAD	TOTAL
REACTOR (Trapezoidal)	50.00	13.50	3.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45	1,507.50	150.00	1.00	S/ 226,125
TANQUE	10.00	5.70	2.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45	67.20	150.00	2.00	S/ 20,160
HIDRÓLISIS GASOMETRO (Cilíndrico)	50.00	13.50	3.00	En geomembrana	1,012.50	80.00	1.00	S/ 81,000
TANQUE	22.00	12.00	4.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45	640.00	150.00	1.00	S/ 96,000
EFLUENTES FILTRO H2S, CO2 Sistema calefacción Bombas	2.00	3.00	2.50	En metal	2.00	7,900.00	1.00	S/ 15,800
					1.00	14,000.0	1.00	S/ 14,000
						1,200.00	6.00	S/ 7,200
Instalación		80%						S/ 362,468
Imprevistos		10%						S/ 81,555
								S/ 904,308
						Costo implementación	15%	S/ 135,646
Sub total								S/ 1,039,955
IGV						18%		S/ 187,192
						Costo final		S/ 1,227,146

Nota: Tomado de proforma de SPRORGÁNICOS EIRL

Como se observa, la inversión inicial para procesar 15 TN/ diaria de residuos orgánicos, también consideramos que es un proyecto nuevo y que debería de ser considerado como un proyecto piloto. Por lo que finalmente descartamos esta consideración para implementar inicialmente, posteriormente analizaremos los otros escenarios y escogeremos el más conveniente.

Luego tenemos el escenario 2, considerando la mitad de TN diarias de residuos orgánicos:

Tabla 40: ESCENARIO 2

CALCULO BIOMASA DISPONIBLE (RESIDUOS)		Unidades
Residuos disponibles	7,920	kg/día
Porcentaje de residuo recogido	100%	
% Masa Seca (MS) residuo	14%	
% Masa Volátil (MV) residuo	12%	

Volumen total biomasa disponible	7,920.00	kg/día
Materia seca	1,108.80	kg/día
Materia volátil	950.40	kg/día
Concentración de sólidos en Biodigestor	6.7%	
Agua necesaria en el influente	15,403.49	litros/día
Volumen de agua a añadir a influente	8,593	litros/día
Volumen de influente al Biodigestor	16,513.29	litros/día
Tiempo de Retención Hidráulica	30	días
Volumen requerido Biodigestor	495.40	m3
% de seguridad	5%	
Volumen teórico Biodigestor	520	m3
Volumen almacenamiento biogás	500	m3
Volumen requerido Biodigestor	1,020.17	m3
Volumen de diseño Biodigestor	1,000.00	m3
Proporción agua: masa en peso	2.09	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MOS/m3*día)	1.11	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MV/m3*día)	0.95	CONFORME
Tanques hidrólisis (2), cada uno	33.03	m3

PRODUCCION DE BIOGAS		
Productividad bazofia	52	m3 biogás/t MT
Producción biogás	412	m3 biogás/día
Gasómetro	1,000.00	m3

PRODUCCION BIOL Y BIOSOL		
Eficiencia de conversión sólidos volátiles (%)	70%	
Producción Biosol	310	kg/día
Eficiencia de conversión líquida	10%	
Producción Biol	14,862	litros/día

Nota: Tomado de la proforma de SPRORGÁNICOS EIRL

De la tabla se desprende que: en el caso se lleguen a producir el la mitad de residuos orgánicos producidos por el distrito de forma diaria, se tendría que mantener las siguientes características, considerando la masa seca, y volátil, el biodigestor deberá de tener un volumen de 520 M3 , considerar también el volumen de 500m3 para el biogás, para que finalmente el biodigestor tenga una capacidad de 1000 m3, para finalmente tener una producción de 412 m3 de biogás al día, con un gasómetro de 1000 m3. Respecto a la producción del biol y biosol se tiene que se producirán 310 kg/ día de biosol y 14862 de biol de litros al día. Es importante considerar que para este biodigestor se considera una inversión de S/ 861,416 según el siguiente cuadro

Tabla 41: ESCENARIO 2

ESTRUCTURA	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Detalle	Volumen (m3)	P.U. (S/m3)	CANTIDAD	TOTAL
REACTOR (Trapezoidal)	40.00	12.00	3.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45 grados.	1,026.00	150.00	1.00	S/ 153,900
TANQUE HIDRÓLISIS	8.00	4.00	2.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45 grados.	32.00	150.00	2.00	S/ 9,600
GASOMETRO (Cilíndrico)	40.00	17.00	3.00	En geomembrana	1,020.00	80.00	1.00	S/ 81,600
TANQUE EFLUENTES	20.00	9.00	2.60	En geomembrana, ángulo de talud, 45 grados.	307.11	150.00	1.00	S/ 46,067
FILTRO H2S, CO2	2.00	3.00	2.50	En metal	2.00	7,900.00	1.00	S/ 15,800
Sistema calefacción					1.00	10,000.00	1.00	S/ 10,000
Bombas						1,200.00	6.00	S/ 7,200
Instalación		80%						S/ 253,573
Imprevistos		10%						S/ 57,054
								S/ 634,794
					Costo implementación	15%		S/ 95,219
					Sub total			S/ 730,013
					IGV	18%		S/ 131,402
					Costo final			S/ 861,416

Nota: Tomado de la proforma de SPRORGÁNICOS EIRL

Tabla 42: ESCENARIO 3

CALCULO BIOMASA DISPONIBLE (RESIDUOS)		Unidades
Residuos disponibles	5,280	kg/día
Porcentaje de residuo recogido	100%	
% Masa Seca (MS) residuo	14%	
% Masa Volátil (MV) residuo	12%	

Volumen total biomasa disponible	5,280.00	kg/día
Materia seca	739.20	kg/día
Materia volátil	633.60	kg/día
Concentración de sólidos en Biodigestor	6.7%	
Agua necesaria en el influente	10,268.99	litros/día
Volumen de agua a añadir a influente	5,729	litros/día
Volumen de influente al Biodigestor	11,009.19	litros/día
Tiempo de Retención Hidráulica	30	días
Volumen requerido Biodigestor	330.28	m3
% de seguridad	5%	
Volumen teórico Biodigestor	347	m3
Volumen almacenamiento biogás	500	m3
Volumen requerido Biodigestor	846.79	m3
Volumen de diseño Biodigestor	850.00	m3
Proporción agua: masa en peso	2.09	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MOS/m3*día)	0.87	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MV/m3*día)	0.75	CONFORME
Tanques hidrólisis (2), cada uno	22.02	m3

PRODUCCION DE BIOGAS

Productividad bazofia	52	m3 biogás/t MT
Producción biogás	275	m3 biogás/día
Gasómetro	850.00	m3

PRODUCCION BIOL Y BIOSOL

Eficiencia de conversión sólidos volátiles (%)	70%	
Producción Biosol	207	kg/día
Eficiencia de conversión líquida	10%	
Producción Biol	9,908	litros/día

Nota: Tomado de la proforma de SPRORGÁNICOS EIRL

De la tabla se desprende que: en el caso se lleguen a producir la tercera parte de residuos orgánicos producidos por el distrito de forma diaria, se tendría que mantener las siguientes características, considerando la masa seca, y volátil, el biodigestor deberá de tener un volumen de 347 M3 , considerar también el volumen de 500m3 para el biogás, para que finalmente el biodigestor tenga una capacidad de 850 m3, para finalmente tener una producción de 275 m3 de biogás al día, con un gasómetro de 850 m3. Respecto a la producción del biol y biosol se tiene que se producirán 207 kg/ día de biosol y 9908 de biol de litros al día. Es importante considerar que para este biodigestor se considera una inversión de S/ 710665 según el siguiente cuadro

Tabla 43: ESCENARIO 3

ESTRUCTURA	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Detalle	Volumen (m3)	P.U. (S/m3)	CANTIDAD	TOTAL
REACTOR (Trapezoidal)	34.00	12.00	3.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45 grados. Borde libre 0.35 m	864.00	150.00	1.00	S/ 129,600
TANQUE HIDRÓLISIS (Trapezoidal)	6.00	4.00	2.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45 grados. Borde libre 0.35 m	24.00	150.00	2.00	S/ 7,200
GASOMETRO (Cilíndrico)	34.00	17.00	3.00	En geomembrana	867.00	80.00	1.00	S/ 69,360
TANQUE EFLUENTES	20.00	7.50	2.00	En geomembrana, ángulo de talud, 45 grados. Borde libre 0.35 m	206.00	150.00	1.00	S/ 30,900
FILTRO H2S, CO2	2.00	3.00	2.50	En metal	2.00	7,900.00	1.00	S/ 15,800
Sistema calefacción					1.00	8,000.00	1.00	S/ 8,000
Bombas						1,200.00	6.00	S/ 7,200
Instalación		80%						S/ 46,955
Imprevistos		10%		S/ 46,955	S/ 46,955	S/ 46,955	S/ 46,955	S/ 46,955
								S/ 523,703
					Costo implementación	15%		S/ 78,555
					Sub total			S/ 602,258
					IGV	18%		S/ 108,406
					Costo final			S/ 710,665

Nota: Tomado de la proforma de SPRORGÁNICOS EIRL

Finalmente se tiene que la inversión es de S/ 710665

Debido a que el monto de inversión sigue siendo demasiado alto, considerando la investigación como un proyecto piloto, se busca implementar una planta más pequeña para analizar la adaptación de los pobladores a la segregación de residuos sólidos, así como al funcionamiento y comercialización de lo producido por el biodigestor, que sería biogás, biol y biosol.

De donde se tiene que la: “Planta de Biogás Mediana Modelo Rottaler, de Alto Rendimiento (AR)” es la mejor opción para iniciar el proyecto, ya que como se detallará más adelante requiere sólo una inversión de S/ 74,235, que si se incluyen los costos operativos asciende a S/ 107,237 y se ve también que la inversión es recuperada en el mismo año. Más adelante explicaremos a detalle la inversión.

Inicialmente detallamos que en muchas empresas, existen residuos orgánicos que no se utilizan y que causan sobrecostos de producción. **La empresa BME GmbH** de Alemania desarrolló una planta de biogás de alto rendimiento para la producción de biogás y energía eléctrica, para explotaciones medianas a pequeñas. La planta de biogás Rottaler AR permite alcanzar una alta producción de biogás; se adapta a diferentes necesidades de producción y disponibilidad de residuos orgánicos, y permite recuperar la inversión realizada en menos de un año de operación. Tomamos esta planta, ofrecida también por SPRORGÁNICOS, como primera opción. En la siguiente imagen se muestra la planta instalada en otra localización:

Figura 19: Planta de biogás



Fuente: Brochure informativo brindado por SPRORGÁNICOS

Como se observa no se requiere un gran área ni elementos sofisticados.

Dicha planta debido a su diseño especial, la planta de biogás Rottaler AR puede digerir todo tipo de material orgánico (residuos de hogares, mercados, restaurantes, agroindustrias, camales, granjas, estiércol, rastrojos de cosechas, etc.) y producir biogás y biofertilizantes.

En el siguiente cuadro presentamos las características de este tipo de biodigestor:

Tabla 44: Características del biodigestor

PLANTA DE BIOGAS DE ALTO RENDIMIENTO MODELO ROTTALER	
Aplicable en	Granjas, agroindustrias, camales, pesquerías, molinos, escuelas, restaurantes.
Productos obtenidos	Biogás para: cocinas, calderos, funcionamiento de motores gasolineros o petroleros modificados.
	Electricidad, empleando grupos electrógenos que funcionan con biogás
	Biofertilizantes de alto valor: biol y biosol
Resíduos que se pueden utilizar	Todo tipo de estiércol (aves, vacunos, ovinos, cerdos, cuyes, camélidos sudamericanos), residuos de cosechas picados (maíz, páprika, alcachofa, tomate, etc.), residuos de cocina, residuos de agroindustrias (suero de leche, vinazas, tortas de extracción de aceites), residuos de pesqueras, residuos de camales, etc.
Sistema	De dos estados: 1) Hidrólisis y acidificación 2) Metanización
Tamaño biodigestor	25 m ³
Producción de biogás	60 m ³ de biogás por día, equivalente a 30 litros de Diesel por día
Temperatura del biodigestor	Controlada, a 37 oC, con sistema de aislamiento térmico
Material del biodigestor	Geomembrana especial
Elementos incluidos	Cortador de llamas
	Manómetro de baja presión
	Filtro de H ₂ S
	Válvula de seguridad de sobrepresión
Tiempo de instalación	7 días

Nota : Tomado de proforma de SPRORGÁNICOS EIRL

Debido a que la planta puede procesar 25m³ produciendo 60m³ de biogás que equivalen a 30 L de diésel al día, esto equivale a la alimentación de media tonelada diaria o 500 kg, considerando materia seca al 25%, sólidos volátiles

90%, se tiene una producción de biogás de 0.67 m³/kg que equivale a 60 m³/día.

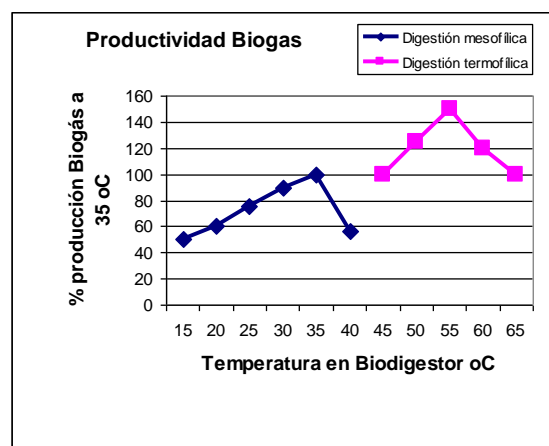
1 m³ de biogás tiene un contenido energético de 5 kWh; equivalente a 0.6 litros de diesel ó 0.44 m³ de gas natural. La producción de biogás de la planta AR puede reemplazar a

- 26 kg gas natural, ó
- 36 litros de diesel, ó
- 90 kg de leña (base seca)

El biodigestor explica su alto rendimiento ya que la temperatura constante que mantiene es crucial para sus procesos biológicos, las bacterias del biogás requieren una temperatura de 37°C. Es usual que las plantas normales de biogás no controlen la temperatura, por lo que la producción de biogás es baja.

Control de temperatura en el biodigestor Rottaler AR: La temperatura en el interior del biodigestor Rottaler AR se mantiene constante, aislando térmicamente el sistema, y colocando un sistema de calefacción con energía solar. La Figura muestra que la producción de biogás depende de la temperatura. Las temperaturas óptimas son 37 °C (bacterias mesofílicas) ó 55 °C (bacterias termofílicas).

Figura 20: Temperaturas



Nota: Elaboración propia en base a las temperaturas mencionadas

5.2.1.3. Implementación

Luego de haber determinado cual es el escenario más atinado para nuestra propuesta, se tienen los requerimientos de acuerdo a lo indicado.

5.2.1.3.1. Requerimientos

La planta de biogás Rottaler AR estándar está compuesta por:

- Biodigestor de geomembrana con aislamiento térmico, 25 m³ de capacidad.
- Gasómetro, para almacenamiento de biogás, 20 m³ de capacidad.
- Dos unidades de hidrólisis, 2 m³ de capacidad cada una.
- Poza de lodos, de 5 m³ de capacidad.
- Sistema de calefacción solar (colector, tanque, tuberías, bomba de circulación, sistema de control).
- Filtro de H₂S
- Sistema de biofiltrado, para filtrar el gas generado en las unidades de hidrólisis.
- Tuberías para el biogás.
- Tuberías (de unidad de hidrólisis al biodigestor, de biodigestor a poza de lodos)
- Válvula de sobrepresión y trampa de condensación.
- Manómetro de baja presión
- Manual de operación y mantenimiento.

5.2.1.3.2. Condiciones técnicas

De acuerdo a las condiciones técnicas y el biodigestor escogido, en este caso el biodigestor de alto rendimiento Rottaler:

Tabla 45: Biodigestor Rottaler

CALCULO BIOMASA DISPONIBLE (RESIDUOS)		
Residuos d+B6:D36isponibles	500	kg/día
Porcentaje de residuo recogido	100%	
% Masa Seca (MS) residuo	14%	
% Masa Volátil (MV) residuo	12%	
Volumen total biomasa disponible	500.00	kg/día
Materia seca	70.00	kg/día
Materia volátil	60.00	kg/día
Concentración de sólidos en Biodigestor	6.7%	
Agua necesaria en el influente	972.44	litros/día
Volumen de agua a añadir a influente	543	litros/día
Volumen de influente al Biodigestor	1,043.44	litros/día
Tiempo de Retención Hidráulica	30	días
Volumen requerido Biodigestor	31.30	m3
% de seguridad	5%	
Volumen teórico Biodigestor	33	m3
Volumen almacenamiento biogás	60	m3
Volumen requerido Biodigestor	92.87	m3
Volumen de diseño Biodigestor	120	m3
Proporción agua: masa en peso	2.09	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MOS/m3*día)	0.08	
Carga Orgánica Volumétrica (kg MV/m3*día)	0.07	CONFORME
Tanques hidrólisis (2), cada uno	2.09	m3
PRODUCCION DE BIOGAS		
Productividad bazofia	120	m3 biogás/t MT
Producción biogás	26	m3
Gasómetro	120	m3
PRODUCCION BIOL Y BIOSOL		
Eficiencia de conversión sólidos volátiles (%)	70%	
Producción Biosol	20	kg/día
Eficiencia de conversión líquida	10%	
Producción Biol	939	litros/día

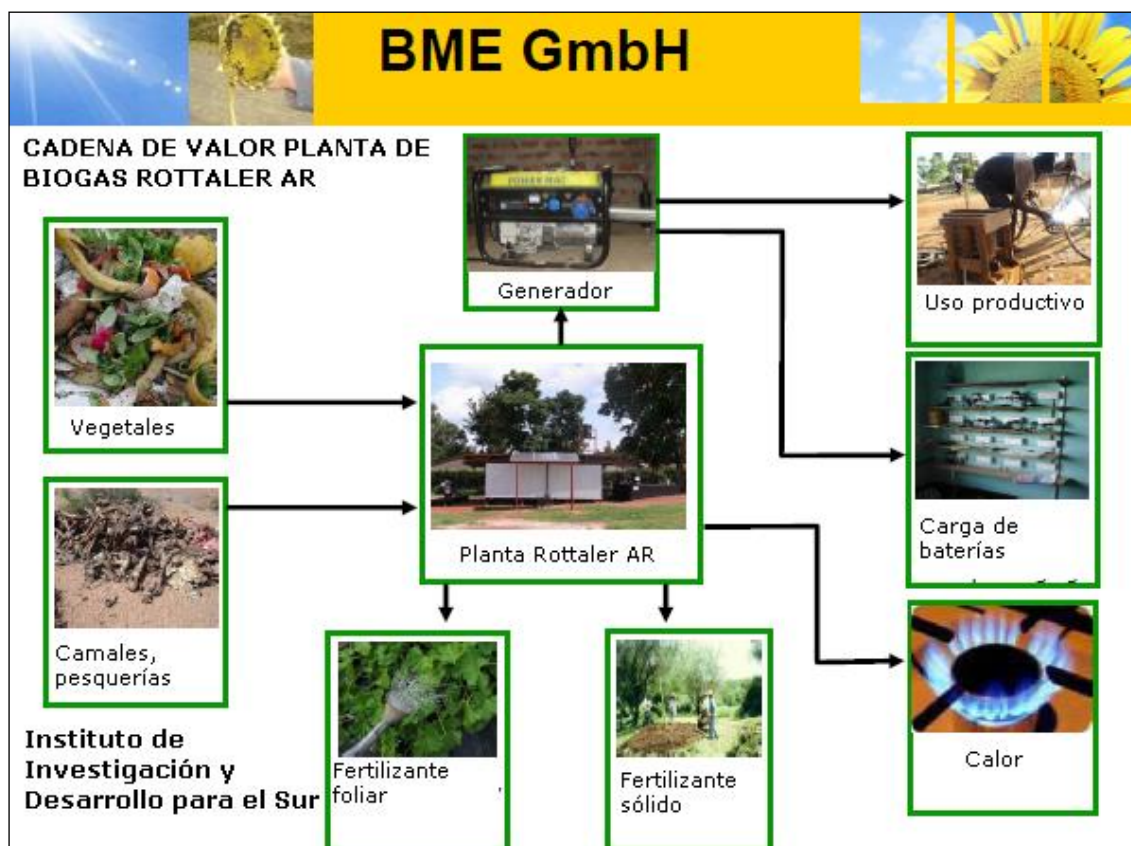
Nota: Elaboración en base a la información recabada

De la tabla se desprende que: asumiendo la recolección y aprovechamiento de 500 kg/diarios de residuos orgánicos producidos por el distrito de forma diaria, se tendría que mantener las siguientes características, considerando la masa seca, y volátil, el biodigestor deberá de tener un volumen de 33 M3 , considerar también el volumen de 120 m3 para el biogás, para que finalmente el biodigestor tenga una capacidad de 120 m3, para finalmente tener una producción de 26 m3 de biogás al día, con un gasómetro de 120 m3. Respecto a la producción del biol y biosol se tiene que se producirán 20 kg/ día de biosol y 393 de biol de litros al día. Es importante considerar que para este biodigestor se considera una inversión de S/ S/ 84,764 según el siguiente cuadro

ESTRUCTURA	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	Detalle	Volumen (m3)	P.U. (S/m3)	CANTIDAD	TOTAL
REACTOR (Trapezoidal)	5.00	6.00	3.00	En geomembrana.	45.00	150.00	1.00	S/ 6,750
TANQUE	1.80	2.00	2.00	En geomembrana.	8.00	150.00	2.00	S/ 2,400
HIDRÓLISIS GASOMETRO	4.00	8.00	3.00	En geomembrana.	48.00	80.00	1.00	S/ 3,840
(Cilíndrico) TANQUE	20.00	3.50	2.00	En geomembrana.	62.00	150.00	1.00	S/ 9,300
EFLUENTES FILTRO H2S, CO2	2.00	3.00	2.50	En metal	2.00	7,900.00	1.00	S/ 15,800
Sistema calefacción					1.00	8,000.00	1.00	S/ 8,000
Bombas						1,200.00	3.00	S/ 3,600
Instalación		30%						S/ 13,827
Imprevistos		5%						S/ 2,996
								S/ 66,513
					Costo implementación	8%		S/ 5,321
					Sub total			S/ 71,834
					IGV	18%		S/ 12,930
					Costo final			S/ 84,764

5.2.1.4. Cadena de valor

Tabla 46: Cadena de valor



Nota: Elaboración en base a la información recabada

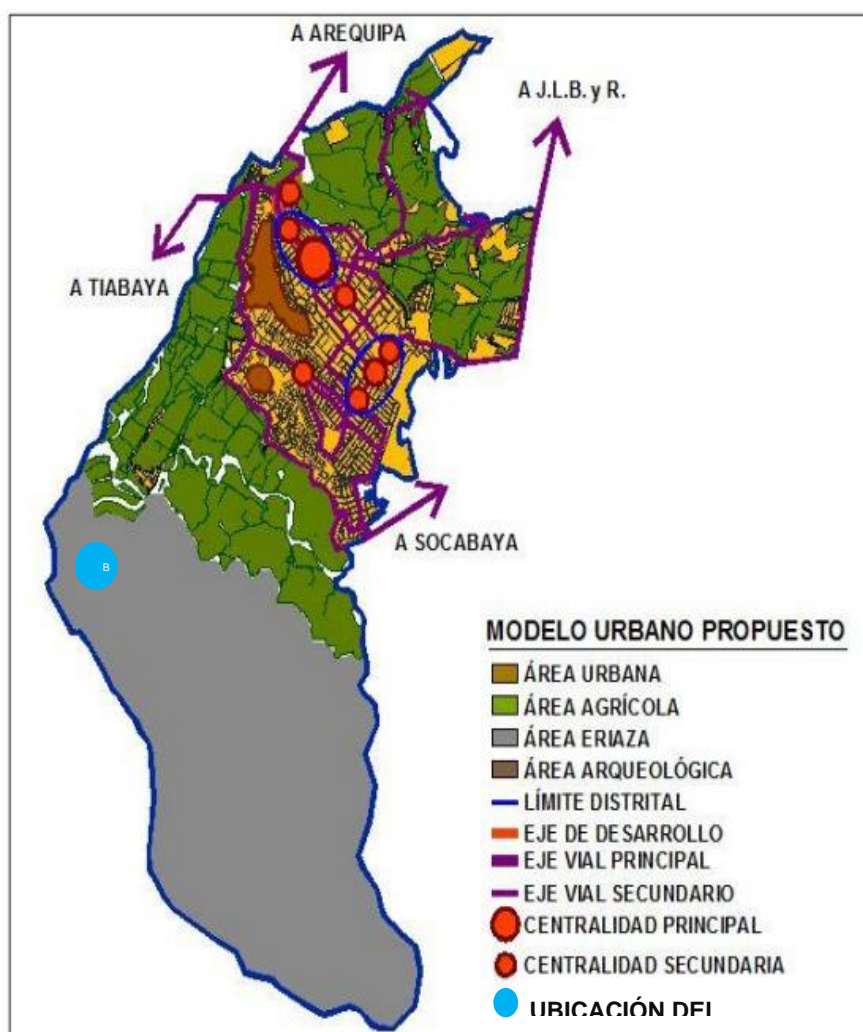
Como se observa el biogás puede ser producido gracias a distintas fuentes de desechos orgánicos y puede producir fertilizante foliar, sólido y energía en forma de calor, y gas.

De acuerdo a todo lo detallado se tiene que la planta de Rottaler AR es la mejor opción para el proyecto piloto

5.2.1.5. Localización:

La instalación de la planta se daría en el área de Huayrondo, en las áreas eriazas, como se muestra a continuación:

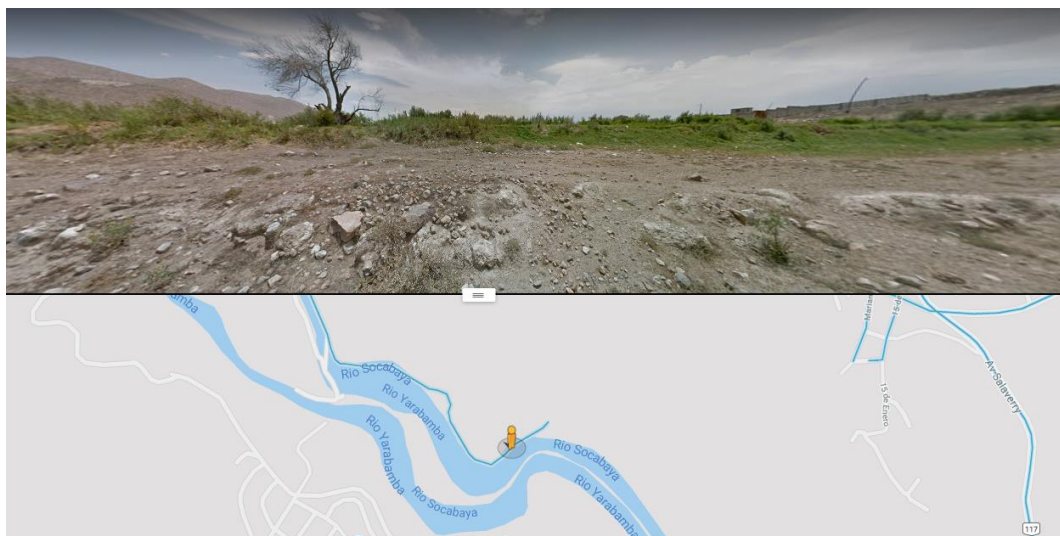
Figura 21: Ubicación



Nota: Tomado de “Plan Urbano distrital 2016-2025”

Como se observa, el círculo celeste indica la ubicación aproximada del proyecto, alejado de la población para evitar la polución.

Figura 22: Visión panorámica



Nota: Foto propia, comparativa con Google Maps

5.2.1.6. Recolección de residuos sólidos orgánicos

Se propone como piloto para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos para el biodigestor, donde se propone que cada vivienda tenga un sistema de segregación interna. Donde inicialmente se propone colocar tachos de basura recolectores, para después el camión recolector pase y recoja los residuos sólidos.

Se darán indicaciones específicas:

Separar residuos sólidos domiciliarios que pueden contener:

- Cáscaras de frutas, huevos, verduras, etc.
- Alimentos vencidos (todos sin envoltura)
- Restos de infusiones, bebidas tipo café o té.
- Restos de tubérculos, pan, etc.
- Restos de jardines como flores o césped.

De acuerdo a esto y al proceso que siguen municipalidades de Lima como la de San Isidro, para un proceso de segregación, que funciona se tiene que las personas depositan su basura en los contenedores debidamente colocados y codificados, en nuestro caso, color MARRÓN, para así poder identificarlos fácilmente, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 23: Contenedor



Nota: tomado de internet, adaptado

Como se observa mantiene el color y nombre de la municipalidad.

No debe de depositarse en el contenedor: residuos químicos o sintéticos, inorgánicos como papel, plástico, etc.

Luego de esto se procederá a recolectar la basura de acuerdo a los puntos críticos y puntos de barrido, para poder así tener un buen alcance, es así que al ser solo media tonelada a recolectar, será necesario solo un camión recolector para poder abastecer la cantidad requerida.

En cuanto a la ruta específica, se mantienen las rutas de recolección actual y la colocación de contenedores será de acuerdo a esto. Es importante mencionar que inicialmente al ser un proyecto piloto se propone una cantidad mínima de recolección con una reevaluación a mediano plazo para ampliar la capacidad de cada recurso necesario.

Luego de la recolección se procede al transporte de los residuos a la localización indicada, en nuestro caso a Huayrondo, donde estará ubicada el biodigestor para su correcto procesamiento, como muestra la siguiente figura.

Es importante mencionar que las rutas no van a tener un recorrido mayor al actual, por lo que se consideran 15 KM, en función a esto se tiene que tendrían un costo de

Tabla: Costo de recolección

Costo en combustible	Vehículo	Precio por galón	Rendimiento por galón (Km/galón)	Distancia recorrida diaria (km)	Rendimiento vs distancia recorrida	Costo diario por vehículo	Costo total diario en combustible	Costo mensual en combustible	Costo anual en combustible
Recolección residuos sólidos	1	S/ 11.29	5.5	15	2.7	S/ 30.79	S/ 30.79	S/ 153.95	S/ 1847.45

Nota: elaboración propia.

De donde se desprende que se adicionaría un costo de S/ 1848 soles por combustible, a esto no es necesario añadir costos de personal, ya que puede ser realizado por el personal actual de la municipalidad, personal que ya está capacitado en cuestiones de recolección.

Figura 24: TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS



Nota: tomado de internet, adaptado

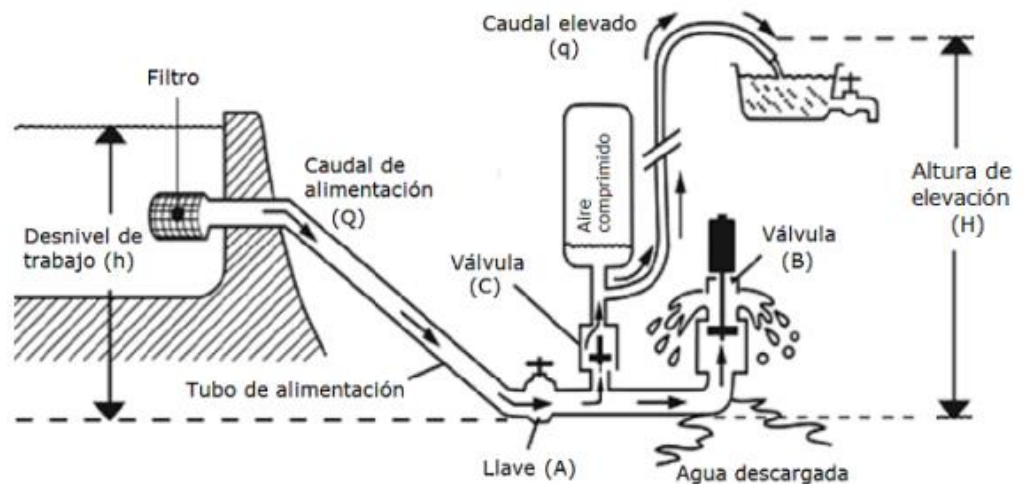
5.2.1.7. Abastecimiento de agua

Respecto al abastecimiento de agua en el proyecto, el proyecto será abastecido por agua fluvial de ríos. Como se observa, Huayrondo está muy cercano a río fuente del Proyecto, Río Chili, no se considera el uso de agua limpia o potable, para el abastecimiento de agua al biodigestor se instalará un ariete hidráulico, que según Rengifo y Gallego, el ariete hidráulico “Es una bomba de chorro de agua que actúa por choque, este lleva el agua de un lugar a otro empleando la fuerza que se genera cuando una masa de agua se detiene repentinamente, este fenómeno se le da el nombre golpe de ariete y se produce por la transformación de energía cinética a energía de presión. Una bomba de ariete es una bomba cíclica que utiliza energía cinética de un golpe de ariete en un fluido para subir una parte del fluido a un nivel superior, no necesita aporte de energía externa,

esto y su sencillez la hacen más adecuada para lugares que carecen de fuentes hídricas” (Rengifo Hincapié & Gallego Cadena, 2016)

Funcionamiento del ariete hidráulico

Figura 25: funcionamiento ariete hidráulico



Nota: Tomado de “Diseño y construcción de un sistema de ariete hidráulico para el aprovechamiento de aguas lluvias” de Sebastián Rengifo Hincapié y Juan Daniel Gallego Cadena. (Rengifo Hincapié & Gallego Cadena, 2016)

5.2.1.8. Balance de materia

Con los datos reportados se realizan los siguientes cálculos:

Para determinar el porcentaje de agua que va a necesitar para funcionar, el Biodigestor necesitará 543 litros de agua al día, de donde se tiene que:

Residuos= cantidad de materia (residuos orgánicos)

%MS= % de materia seca

%MV= % de materia volátil

%CB= % de concentración del biodigestor

El agua necesaria para el influente será calculada:

$$\text{Agua} = \text{MS} * (1 - \text{CB}) / \text{CB} \rightarrow 70 * (1 - 6.7\%) / 6.7\% = 972 \text{ lt/día}$$

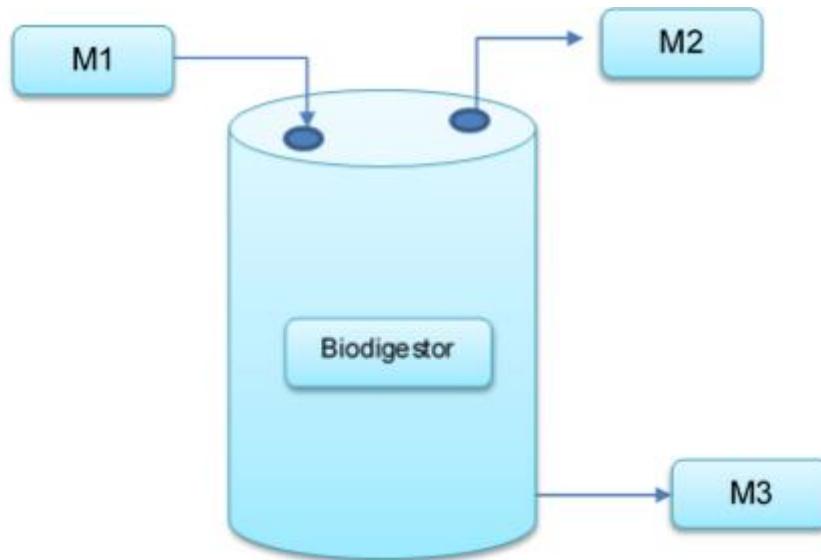
Es decir, tendrá un requerimiento de 972 litros diarios de agua.

En cuanto al volumen, se tiene que

$\text{Agua} - R + MS + 1 = 543 \text{ lt/ día}$

De donde se desprende que el volumen final del influente del biodigestor deberá ser de 1043.44 lt/ día.

En cuanto esto se tiene que



Fuente: elaboración propia.

$A = C + D$

Donde: A = Kg de desechos

C = Biogás.

D = Biol.

De donde se desprende que la cantidad de biogás será de 60 m³/día, y de biol 939 lt/día, de acuerdo a la tabla 45 y la información brindada.

5.2.1.9. Aprovechamiento de desperdicios

De acuerdo a la FAO “La construcción de una planta de biogás en una zona rural se traduce en una nueva forma de utilización completa de las materias orgánicas. La recuperación de biomasa orgánica residual agrícola transforma la modalidad de utilización única en un sistema múltiple. Con la digestión anaeróbica se obtienen dos tipos de productos: uno es el biogás, utilizado principalmente como combustible y el otro, el lodo residual orgánico estabilizado, utilizado como acondicionador y/o biofertilizante de suelos” (FAO, 2011) Es así que el

“desperdicio” en realidad será reaprovechado como fertilizante orgánico de alta concentración.

5.2.1.10. Potencial de ahorro

De acuerdo a la información brindada por la Municipalidad, se tiene que actualmente hay un gasto aproximado de S/ 997253.16, que sale de los puntos mencionados en el ítem 4.3.2, y los costos relacionados al manejo de residuos sólidos. Mientras que en cuanto al ahorro se tendría que de implementarse el biodigestor se ahorraría cerca de S/ 100000 anual,

Resumen de costos	Optimizado	Actual
Costo combustible	S/ 19128.26	S/ 20615.70
Costo mantenimiento	S/ 27000.00	S/ 32000.00
Costo personal	S/ 682394.17	S/ 769162.17
Costo indumentaria	S/ 63600.00	S/ 70600.00
Costo Municipalidad residuos domiciliarios	S/ 63835.63	S/ 89875.30
Costo de implementación y recolección adicional	S/ 8000.00	S/ 0.00
Campaña de concientización	S/ 10000.00	S/ 0.00
Gastos administrativos, y otros	S/ 15000.00	S/ 15000.00
Total	S/ 888958.06	S/ 997253.16

Elaboración propia.

Esto se da debido a que al procesar menor cantidad de materia orgánica, la misma, permitiría tener un ahorro significativo de S/ 8623 mensual. Se puede ver más detalle de los cálculos en el anexo 6.

5.2.2. Actualización y/o elaboración del plan de manejo de residuos sólidos tipo domiciliarios.

De acuerdo al segundo gran punto identificado en el diagnóstico, se tiene que el manejo ineficiente de residuos sólidos viene dado también por la falta de actualización del plan de manejo de residuos sólidos, de donde se tocará el punto de tipo domiciliario, basándonos en la Guía metodológica del Plan de Manejo de Residuos sólidos y del Ministerio de Medio Ambiente.

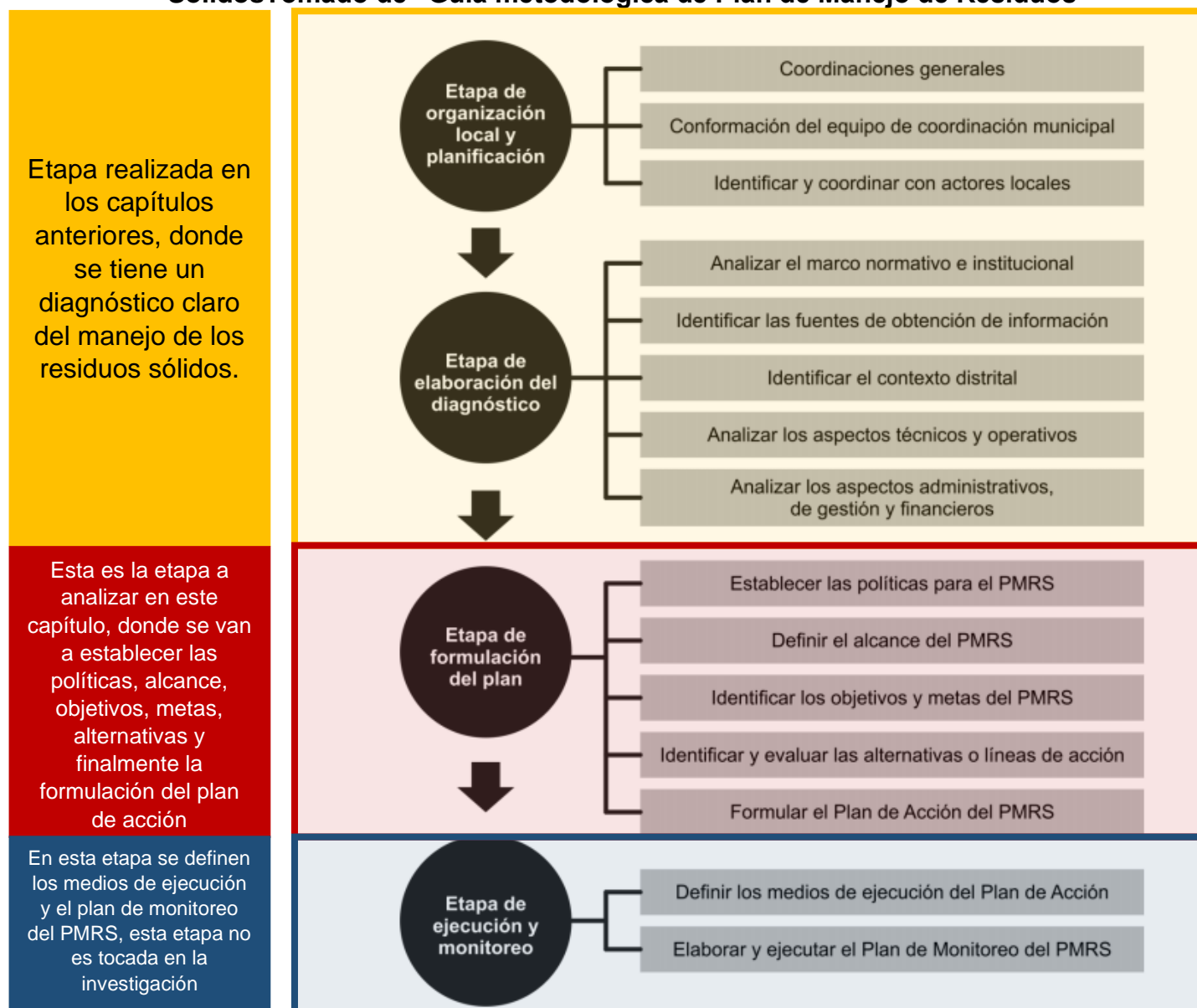
5.2.2.1. Elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios para el Municipio de Jacobo Hunter.

Para el manejo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter se tomará en cuenta el Plan de manejo del distrito del 2015, y se realizará una actualización, tomando en cuenta que en los capítulos anteriores ya se describió la situación actual, incluyendo la caracterización de residuos sólidos, se procederá a dar un plan de mejora, de acuerdo al Plan actualizado por el Ministerio de Medio Ambiente, el cual define al Plan de manejo de residuos sólidos como

“El plan de manejo de residuos sólidos es un instrumento de gestión que surge de un proceso coordinado y concertado entre autoridades y funcionarios municipales, representantes de instituciones locales, públicas y privadas, promoviendo una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos, asegurando eficacia, eficiencia y sostenibilidad, desde su generación hasta su disposición final, incluyendo procesos de minimización: reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos en donde se incluya a recicladores formalizados” (Ministerio de Medio Ambiente, 2019).

Es importante decir que nuestro Plan es de Manejo de residuos sólidos y no un plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos, ya que este se centra en una gestión provincial, y en nuestro caso la gestión debe ser distrital como lo es el plan de manejo de residuos sólidos.

Figura 26: etapas para el diseño de un plan de manejo de residuos sólidos
Tomado de “Guía metodológica de Plan de Manejo de Residuos



Sólidos” por Ministerio de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2019)

5.2.2.1.1. Objetivos generales

Optimizar el manejo de residuos sólidos domiciliarios en los aspectos de reutilización y aprovechamiento, para prevenir la contaminación ambiental y el impacto ambiental.

5.2.2.1.2. Objetivos específicos

- Contar con una herramienta de gestión para la optimización del manejo de residuos sólidos domiciliarios
- Realizar un plan de concientización al distrito de Jacobo Hunter acerca de los residuos sólidos domiciliarios., para promover y concientizar acerca de los niveles de participación comunal, mediante programas de educación, capacitación y sensibilización ambiental.

5.2.2.2. Metas del plan

- Al finalizar la investigación se contará con (01) herramienta de gestión para la optimización del manejo de residuos sólidos domiciliarios.
- Al finalizar la investigación se contará con (01) plan de concientización al distrito de Jacobo Hunter acerca de los residuos sólidos domiciliarios, para promover y concientizar acerca de los niveles de participación comunal, mediante programas de educación, capacitación y sensibilización ambiental.

5.2.2.3. Líneas de acción

- Analizar y diagnosticar la situación actual del manejo de residuos sólidos.
- Investigar y proponer la mejor alternativa para optimizar el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter.
- Investigar y proponer el mejor método para la concientización al distrito de Jacobo Hunter acerca de los residuos sólidos domiciliarios, para promover y concientizar acerca de los niveles de participación comunal, mediante programas de educación, capacitación y sensibilización ambiental.

5.2.2.3.1. Formulación del plan de acción del Plan de Manejo de Residuos Sólidos

Línea de acción	Actividades que se deben priorizar
Analizar y diagnosticar la situación actual del manejo de residuos sólidos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un diagnóstico de acuerdo a la información recabada, para poder hacer un análisis de la situación actual del distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores). 2. Realizar y desarrollar un estudio de caracterización para saber la situación actual de los residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores). 3. Realizar un análisis de la situación actual del distrito acerca del reaprovechamiento de los residuos sólidos y reciclaje del distrito de Jacobo Hunter (Este punto se realizó en los capítulos anteriores). 4. Investigar y analizar la situación actual de los recicladores en el distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores). 5. Analizar los costos actuales del manejo de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores).
Proponer la mejor alternativa para optimizar el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un diagnóstico y estudio técnico de la implementación de un biodigestor como piloto para poder optimizar el manejo de residuos orgánicos del distrito. 2. Analizar la eficiencia y conveniencia para el funcionamiento del biodigestor.
Investigar y proponer la concientización al distrito de Jacobo Hunter acerca de los residuos sólidos domiciliarios, para promover y concientizar acerca de los niveles de participación comunal, mediante programas de educación, capacitación y sensibilización ambiental.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar un programa de concientización para el distrito, de educación ambiental, poniendo énfasis en la cultura ambiental. 2. Crear y proponer prácticas adecuadas para la reducción, reúso y reciclaje de los residuos reciclables del distrito, como el plástico, papel o cartón. 3. Desarrollar programas de campañas concientizadoras para sensibilizar a la población ambientalmente. 4. Desarrollar programas de cultura acerca del pago de arbitrios y relacionados al servicio de residuos sólidos.

Nota: Adaptado en base a “Guía metodológica de Plan de Manejo de Residuos Sólidos” por Ministerio de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2019)

5.2.2.4. Ejecución del Plan de Manejo de Residuos Sólidos

En este punto se definen los plazos de acción, definiendo las actividades también.

Tabla 47: Plazos de acción

Línea de acción	Actividades que se deben priorizar	Cronograma de implementación		
		Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Analizar y diagnosticar la situación actual del manejo de residuos sólidos.	1. Realizar un diagnóstico de acuerdo a la información recabada, para poder hacer un análisis de la situación actual del distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores).			
	2. Realizar y desarrollar un estudio de caracterización para saber la situación actual de los residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores).			
	3. Realizar un análisis de la situación actual del distrito acerca del reaprovechamiento de los residuos sólidos y reciclaje del distrito de Jacobo Hunter (Este punto se realizó en los capítulos anteriores).			
	4. Investigar y analizar la situación actual de los recicladores en el distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores).			
	5. Analizar los costos actuales del manejo de residuos sólidos domiciliarios del distrito de Jacobo Hunter. (Este punto se realizó en los capítulos anteriores).			
Proponer la mejor alternativa para optimizar el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jacobo Hunter.	1. Realizar un diagnóstico y estudio técnico de la implementación de un biodigestor como piloto para poder optimizar el manejo de residuos orgánicos del distrito.			
	2. Analizar la eficiencia y conveniencia para el funcionamiento del biodigestor.			
Investigar y proponer la concientización al distrito de Jacobo Hunter acerca de los residuos sólidos domiciliarios, para promover y concientizar acerca de los niveles de participación comunal, mediante programas de educación, capacitación y sensibilización ambiental.	1. Desarrollar un programa de concientización para el distrito, de educación ambiental, poniendo énfasis en la cultura ambiental.			
	2. Crear y proponer prácticas adecuadas para la reducción, reuso y reciclaje de los residuos reciclables del distrito, como el plástico, papel o cartón.			
	3. Desarrollar programas de campañas concientizadoras para sensibilizar a la población ambientalmente.			
	4. Desarrollar programas de cultura acerca del pago de arbitrios y relacionados al servicio de residuos sólidos.			

Nota: Adaptado en base a “Guía metodológica de Plan de Manejo de Residuos Sólidos” por Ministerio de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente, 2019)

Como se observa la mayoría de las actividades del plan se realizan en un periodo de mediano plazo.

5.2.2.4.1. Estrategias

Para desarrollar y determinar las estrategias se van a usar el análisis FODA, el cual podemos observar en la siguiente tabla, de acuerdo a lo mencionado en el marco teórico

Tabla 48: Matriz FODA

		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
		<ol style="list-style-type: none"> 1 Hay en Arequipa una empresa que brinda el servicio de implementación de biodigestores 2 Se puede reducir los residuos sólidos 3 Hay una asociación formal para el reciclaje 4 Se pueden crear programas de concientización 5 Se puede generar dinero con la implementación de un biodigestor 6 Se reduce la contaminación ambiental 	<ol style="list-style-type: none"> 1 Manejo sin conciencia ambiental de los residuos sólidos domiciliarios 2 Contaminación ambiental 3 Aparición de enfermedades por la mala gestión de residuos sólidos domiciliarios
FORTALEZAS		Estrategias FO	ESTRATEGIAS FA
<ol style="list-style-type: none"> 1 Producen un total del 60% de residuos sólidos orgánicos 2 Hay un pequeño porcentaje que si tiene conciencia ambiental 3 Hay una guía metodológica registrada por el MINAM para la optimización del manejo de residuos sólidos 4 La Municipalidad es autónoma, por lo que no es necesario solicitar muchos permisos 		<p>(F1, F3, O1) Mediante el estudio técnico analizar y proponer la implementación de un biodigestor en el distrito de Jacobo Hunter para el aprovechamiento de la materia orgánica de los residuos sólidos</p> <p>(F2, O4) Proponer un programa de aprovechamiento de los residuos como papel o cartón o plástico por la asociación de</p>	<p>(F1, A2) Minimizar el impacto ambiental del distrito mediante el aprovechamiento de los residuos orgánicos del distrito</p> <p>(F2, A1) Proponer un programa concientizador y de sensibilización, apoyarse en la comunidad que ya lo hace.</p> <p>(F1, A3) Minimizar la aparición de enfermedades por la mala gestión, mediante la implementación del biodigestor</p>
DEBILIDADES		ESTRATEGIAS DO	ESTRATEGIAS DA
<ol style="list-style-type: none"> 1 No cuenta con un programa de reutilización de residuos sólidos orgánicos 2 No se cubre la totalidad del 100% de las zonas de recolección de residuos sólidos 3 Déficit presupuestario 4 Falta de participación de la comunidad del distrito 5 Morosidad del 59% 		<p>(D1, F1, F6) Minimizar el impacto en el ambiente y en la salud mediante el aprovechamiento de la materia orgánica usando un biodigestor</p> <p>(D5, F3, F5) Analizar el aprovechamiento comercial del biogás, biol y otros compuestos resultado del uso del biodigestor, para afrontar el déficit presupuestario y reducir la morosidad con la Municipalidad Provincial de Arequipa</p>	<p>(D1, A1, A2, A3) Proponer campañas sensibilizadoras para aumentar la conciencia ambiental y minimizar la contaminación ambiental, asimismo prevenir la aparición de enfermedades por polución</p>

Nota: Adaptado de toda la información recabada en la presente investigación

Como se tiene en la tabla anterior, se pretende crear estrategias para garantizar el adecuado manejo de los Residuos Sólidos, de donde se desprende principalmente

Estrategia 1:

Optimizar el manejo de los residuos sólidos mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios con la implementación de un biodigestor, para así combatir también el déficit presupuestario y la morosidad.

Estrategia 2:

Desarrollar y proponer un plan de concientización y sensibilización para con la comunidad del distrito de Jacobo Hunter para así mejorar el manejo de residuos sólidos, así como el aprovechamiento de los mismos.

Estrategia 3:

Minimizar el impacto ambiental, impacto a la salud, mediante la minimización de la polución por el buen manejo de los residuos sólidos.

Estrategia 4:

Fomentar y promover la formalización de los recicladores y facilitar el reciclaje, para así mejorar el manejo de los residuos y minimizar el impacto ambiental.

5.2.2.5. Mecanismos de ejecución a corto y mediano plazo

Para hacer realidad esto, se necesitan los tres documentos mencionados previamente

- Estudio técnico para la implementación de un biodigestor
- Plan de Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios
- Programa de educación y sensibilización

5.2.3. Concientización y acceso a reciclaje por parte del distrito de Jacobo Hunter

En este punto se tomará en cuenta otro de los grandes factores del diagnóstico, la falta de concientización y falta de acceso al reciclaje por el distrito.

5.2.3.1. Plan de concientización ambiental al distrito de Jacobo Hunter

5.2.3.1.1. Objetivos generales

Desarrollar la educación y cultura ambiental, sensibilizando y concientizando a la población del distrito de Jacobo Hunter.

5.2.3.1.2. Objetivos específicos

- Asegurar el enfoque ambiental en el distrito, en sus diferentes formas, sensibilizando y concientizando a la población respecto al manejo de residuos sólidos domiciliarios.
- Desarrollar una cultura ambiental apropiada para el distrito de Jacobo Hunter.
- Informar y capacitar a la población acerca de las modalidades de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios, para la correcta segregación.

5.2.3.1.3. Diagnóstico inicial

De acuerdo a toda la información recabada se tiene que si bien hay un plan de procesamiento de residuos sólidos, el reciclaje sólo alcanza 4000 familias de aproximadamente 12000, siendo menos del 35% cubierto.

Actualmente el distrito cuenta con papeleras y recipientes de residuos orgánicos para mascotas, están ubicados en las zonas de alta circulación peatonal y de afluencia.

5.2.3.2. Plan de acción y actividades

Línea de acción	Actividades que se deben priorizar	Registro
Asegurar el enfoque ambiental en el distrito, en sus diferentes formas, sensibilizando y concientizando a la población respecto al manejo de residuos sólidos domiciliarios.	1. Programa de difusión y comunicación con los pobladores del distrito de Jacobo Hunter.	Cuñas radiales Afiches Trípticos
Desarrollar una cultura ambiental apropiada para el distrito de Jacobo Hunter.	1. Realizar talleres de cultura ambiental.	Registro de asistencia Registro de entrega de material impreso
Informar y capacitar a la población acerca de las modalidades de reciclaje y aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios, para la correcta segregación.	1. Realizar talleres de capacitación de reciclaje, reúso y reducción de los residuos sólidos. 2. Capacitar a la población acerca de las formas de aprovechamiento y reciclaje de residuos sólidos domiciliarios	Registro de asistencia Registro de entrega de material impreso

5.2.3.2.1. Programa de difusión y comunicación con los pobladores del distrito de Jacobo Hunter.

El objetivo del programa es sensibilizar y concientizar a la población mediante la difusión de medios de comunicación.

5.2.3.2.1.1. Desarrollo del programa

Línea de acción 1: Asegurar el enfoque ambiental en el distrito, en sus diferentes formas, sensibilizando y concientizando a la población respecto al manejo de residuos sólidos domiciliarios.

5.2.3.2.2. I. Programa de difusión y comunicación con los pobladores del distrito de Jacobo Hunter.

Para la sensibilización y concientización se crearán las siguientes campañas:

Cuñas radiales

Se prepararán cuñas radiales (3) cada una difundida (02) veces al día en un periodo de 12 meses, luego se realizará un segundo estudio de caracterización y reciclaje de residuos sólidos para analizar el mejoramiento del manejo.

Las cuñas radiales que serán difundidas:

Cuña 1:

“En Jacobo Hunter sí sabemos cuidar el medio ambiente, nosotros sí reciclamos, reusamos y reutilizamos, porque amamos el planeta”

Cuña 2:

“Hoy vamos a aprender cómo debemos manejar la basura en casa: Debemos aprender a separarla por la materia orgánica, plásticos y papel, y dársela a los recicladores cuando vengán a recogerla”

Cuña 3:

“Ya les contaron los talleres para aprender a reciclar la basura en casa, en los talleres nos darán folletos y afiches para aprender más rápido y será súper fácil, pregunta en la Municipalidad los horarios”

Medios:

Radio Melodía

Radio Exitosa

Que de acuerdo al último sondeo realizado en la ciudad de Arequipa son las dos emisoras más escuchadas a nivel local, las mismas que mantienen los siguientes costos por segundo comprado.

Presupuesto

Colocar una cuña publicitaria en radios locales tiene un costo de S/1 por segundo en promedio. Las cuñas presentes tienen en promedio 10 segundos de duración por lo que el costo sería

Tabla 49: costos radiales

Medio	Cantidad	Precio por segundo	Segundos totales	Precio por cuña	Cantidad de emisiones	Costo diario	Costo mensual	Costo anual
Cuña	3	S/ 1.00	10	S/ 10.00	2	S/ 20.00	S/ 600.00	S/ 7200.00

Nota: Precio promedio en base a mep.pe “Mi empresa propia”

- **Afiches**

A continuación presentaremos 2 afiches con contenido informativo para la concientización de la población, se sacaran 100800 unidades de impresiones, y serán repartidos una vez cada 15 días variando su contenido durante 12 meses.

Figura 27: Afiche 01



Nota: Elaboración propia

Es importante mencionar que cada afiche contiene información fácil de leer, de entender y de asimilar, el afiche 01 indica la regla básica de las 3R, reutilizar, reciclar y reducir.

Figura 28: Afiche 02



Nota: Elaboración propia

Es importante también contar con afiches ilustrativos y con imágenes, para que sea más fácil para la población entender la información presentada.

Figura 29: Afiche 03



Nota: Elaboración propia

Asimismo, se debe de presentar información real y que concientice y sensibilice a la población

Tabla 50: costos afiches

Medio	Hogares	Frecuencia mensual	Frecuencia anual	Trípticos	Cantidad de miles	Costo millar	Costo anual
Afiches	4200	2	24	100800	100.8	S/ 50.00	S/ 5040.00

Nota: Precio promedio en base a mep.pe “Mi empresa propia”

- **Trípticos**

A continuación presentaremos 2 trípticos con contenido informativo para la concientización de la población, se sacaran 100800 unidades de impresiones, y serán repartidos una cada 15 días variando su contenido durante 12 meses

Figura 30: Tríptico 01



Nota: Elaboración propia

Figura 31: Tríptico 02



Nota: Elaboración propia

Tabla 51: costos afiches

Medio	Hogares	Frecuencia mensual	Frecuencia anual	Trípticos	Cantidad de miles	Costo millar	Costo anual
Trípticos	4200	2	24	100800	100.8	S/ 80.00	S/ 8064.00

Nota: Elaboración propia, en base a los precios del mercado

Línea de acción 2: Desarrollar una cultura ambiental apropiada para el distrito de Jacobo Hunter.

I. Realizar talleres de capacitación para el manejo de residuos domiciliarios.

Los talleres de sensibilización permiten generar espacios de reflexión, para así generar conciencia en la población. Se generan mesas de conversación, dudas y respuestas a las mismas, los talleres deben de realizarse en la población de interés y analizar el proceso de disposición de los residuos sólidos, y generar conciencia para mejorar la disposición de los residuos. La información ambiental se configura como un instrumento operativo en el que se apoya la educación ambiental (OSE, 2010).

Se adjunta en el anexo unas diapositivas para la realización del taller, de no ser posible proyectarlas, también se puede usar papelotes, y se entregará también material de trabajo para hacer el taller dinámico

Los talleres tendrán esta estructura:

Lugar:

Hora:

Asistentes:

Temas a tratar

Situación actual: se mencionan temas de la situación actual del distrito, mencionando la ubicación, número de familias, disposición final de los residuos sólidos domiciliarios.

El distrito en cifras: Se mencionan temas del distrito en números, la caracterización de los residuos sólidos, el reciclaje en el distrito.

Los residuos sólidos: Se mencionan temas del distrito y como se deben segregar los residuos sólidos-

Beneficios y ventajas de reciclar: Se mencionan todos los beneficios de reciclar, reusar, rechazar y reducir

II. Capacitar a la población acerca de los beneficios del buen manejo, generando cultura ambiental.

Los talleres tendrán esta estructura:

Lugar:

Hora:

Asistentes:

Temas a tratar

Situación actual: se mencionan temas de la situación actual del reciclaje en el distrito.

Beneficios del biodigestor: Se mencionan temas de la implementación de un biodigestor y sus beneficios para los pobladores.

Es importante tener un registro de asistencia y registro de entrega de material impreso, para tener la información necesaria de los participantes.

5.2.3.2.3. Plazos

Se debería realizar un plan de concientización en un periodo de 5 años, con una medición anual, para mejorar los aspectos que estén con menor influencia

5.3. INVERSIÓN

De acuerdo al análisis de la inversión, se tiene que como objetivo principal se debe de estimar, con la información presentada lo necesario para llevar a cabo el proyecto.

5.3.1.1. Costos de implementación

Los activos tangibles constituyen, entre otros, el acondicionamiento del terreno y la implementación de servicios básicos, hablando en términos generales (agua potable, desagües, red eléctrica, comunicaciones, entre otros).

El proyecto ha sido elaborado considerando que es un proyecto que será apoyado por la Municipalidad de Jacobo Hunter, considerando que tiene terrenos baldíos, para ser usados con el biodigestor como proyecto piloto. Como se indica inicialmente en el estudio técnico, lo más recomendable es implementar una planta de que procese 500 kg diarios. Luego evaluar si es conveniente incrementarse hasta alcanzar las 15 TN que son producidas diariamente, como se indica en el estudio técnico. Se estima que la inversión total requerida en la construcción e implementación de la planta es de S/.94784 . A continuación el detalle.

Tabla 52: Inversión en activos tangibles.

		Soles
A.	ACTIVOS TANGIBLES	(94,784)
A.1	Terrenos e inversión en obras civiles	(3,500)
A.2	Acondicionamiento	(5,620)
	Baño químico	(2,520)
	Área de descanso (prefabricado)	(2,500)
	Sillas	(100)
	Mesa de trabajo	(200)
	Uniformes	(300)

Fuente: Estimación propia.

Se tiene que la inversión final total en activos tangibles será de S/. 94784 soles, a continuación se detallan los gastos.

Detalle de la inversión en equipos

Se detalla a continuación la inversión en equipos:

Tabla 53:Detalle de la inversión en equipos

A.3	Equipos	(85,664)
	Equipos	(85,664)
	Computadora	(800)
	Impresora	(100)
	Biodigestor y mantenimiento	(84,764)

Fuente: Estimación propia.

La inversión total en equipos será de S/. 85,664

5.3.1.2. Inversiones fijas intangibles

Las inversiones en activos intangibles se consideran aquellas como activos por servicios o derechos para la puesta en marcha, se consideran las licencias, permisos y capacitaciones.

Tabla 54:Inversión activos intangible

B.	ACTIVOS INTANGIBLES	(3,300)
B.1	Licencias	1,300
	Permisos municipales, autorizaciones notariales y licencias generales	1,300
B2	Capacitación	2,000

Fuente: Estimación propia.

La inversión en activos intangibles será de S/. 3300.

5.3.1.3. ESTRUCTURA DE INVERSIÓN.

En el siguiente Tabla siguiente, se observa el resumen de los gastos de inversión para el proyecto evaluado. Los gastos de inversión en activos fijos tangibles ascienden a S/. 15,908, representando el 33% de la inversión total, mientras que el gasto por concepto de inversión intangible y capital de trabajo representa el 67% restante.

Tabla 55:Resumen gastos de inversión

	Nuevos Soles (S/.)
Inversión fija tangible	94,784
Inversión fija intangible	3,300
Inversión capital de trabajo	5,620
Total	107,237

Fuente: Estimación propia.

El total de inversión asciende a los S/. 107237

Luego se tiene

Tabla 56: Personal administrativo: primer año de operación

PLAN DE RECURSOS HUMANOS																			
EMPLEADO	AREA	SALARIO MENSUAL	SEGURO SOCIAL	VACACIONES	TOTAL MENSUAL	NUMERO DE PERSONAS CADA MES													BENEFICIO BRUTO ANUAL
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Ingeniero encargado	Revisión	600.00	54.00	0.00	654.00	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2616.00	
Operario	PRODUCCION	1000.00	90.00	500.00	1090.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13580	13580.00	

Fuente: Estimación propia.

Cabe resaltar que los operarios en caso de ingeniero y asistente de ventas no son personal fijo y se le paga cada trimestre.

De donde se tiene que el potencial de ahorro en la gestión actual, con la implementación del biodigestor en el primer año se vería recuperada la inversión, para que en los años siguientes se tenga ese ahorro, cerca de los S/ 100000.00 para la municipalidad, ahorro que viene de la reducción en uso de combustible, mantenimiento, personal, y los pagos prediales, ya que anualmente se va a trasladar menos cantidad a los botaderos.

Tabla 57: Potencial de ahorro

Resumen de costos	Optimizado	Actual
Costo combustible	S/ 17280.81	S/ 20615.70
Costo mantenimiento	S/ 27000.00	S/ 32000.00
Costo personal	S/ 682394.17	S/ 769162.17
Costo indumentaria	S/ 63600.00	S/ 70600.00
Costo Municipalidad residuos domiciliarios	S/ 63835.63	S/ 65209.03
Gastos administrativos, y otros	S/ 30000.00	S/ 30000.00
Total	S/ 884110.60	S/ 987586.90

Fuente: Estimación propia.

5.4. Evaluación de la Propuesta de Mejora

5.4.1. Evaluación de la Productividad, Calidad y Seguridad

Mediante la presente investigación se pretende mejorar la productividad e impacto ambiental respecto al manejo de los residuos sólidos del distrito de Jacobo Hunter, de donde se desprende que con la implementación del biodigestor se tiene que el aprovechamiento de los residuos orgánicos es del 3.4% respecto a la producción anual de estos. Este 3.4% representa el aprovechamiento por sobre el 100% de la población, pero este 3.4% se convierte en 10% si es calculado en base al 35% de la población que si recicla y con la que se puede iniciar la segregación de residuos porque ya están preparados para separar sus residuos sólidos.

5.4.2. Evaluación del Impacto Social

En el impacto social se tiene que la población de Jacobo Hunter va a ser capacitada en temas de reciclaje, concientizada y sobre todo preparada para el reciclaje, segregación de residuos sólidos entre otros. La población se verá beneficiada en la preparación mediante los talleres, las campañas de concientización, mediante cuñas radiales, afiches, volantes y todo lo mencionado en el Plan de concientización ambiental del distrito.

5.4.3. Evaluación del Impacto Medioambiental

El propósito de la evaluación de impacto ambiental es identificar y evaluar los impactos ambientales de acuerdo a las actividades que involucra el manejo de los residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter. A continuación vamos a ver el cuadro de clasificación de las actividades que provocan impactos ambientales, según indica el Banco Mundial.

Tabla 58: Clasificación de las actividades que provocan impactos ambientales, según el Banco Mundial

Categoría	Descripción	Actividades
Categoría A	Actividades que pueden traer consecuencias ambientales importantes y requieren de EIA. Hacen uso significativo de recursos naturales, en agricultura y pesca, de recursos acuáticos (represas y embalses), actividades de infraestructura grandes, actividades industriales, industrias extractivas, rellenos sanitarios etc. Estas actividades deben contar con un estudio ambiental preliminar para predecir las consecuencias ambientales en la etapa de prefactibilidad, que deben tomarse en cuenta en el diseño de las obras o para considerar opciones al desarrollo.	A-1 Acuicultura, maricultura a escalas mayores. A-2 Represas y embalses A-3 Transmisión eléctrica a escala mayor A-4 Actividades forestales A-5 Plantas industriales, incineradores de gran capacidad, parques industriales. A-6 Riego y drenaje a gran escala. A-7 Deforestación y nivelación de terreno A-8 Minería (incluye petróleo, carbón y gas, tajos y ríos) A-9 Oleoductos, gaseoductos, acueductos A-10 Desarrollo de puertos y bahías (transporte pesca y deporte) A-11 Desarrollo de tierras (nuevos asentamientos y reclamos) A-12 Reasentamientos A-13 Carreteras nacionales y rurales A-14 Desarrollo geo y termoelectrico A-15 Turismo a gran escala A-16 Transporte (aeropuertos, ferrocarriles, carreteras) A-17 Producción, transporte y uso de biocida y otros materiales tóxicos A-18 Desarrollo en zonas marítimo-terrestre A-19 Desarrollo de gran escala en zonas amortiguadoras de áreas protegidas
Categoría B	Actividades de escala intermedia, de menor cuantía, con un impacto ambiental concreto, que necesitan un análisis ambiental más limitado y específico.	B-1 Incineradores pequeños B-2 Industria pequeña B-3 Agroindustrias B-4 Transmisión eléctrica B-5 Central hidroeléctricas menores B-6 Servicios públicos (hospitales, escuelas, multifamiliares) B-7 Telecomunicaciones B-8 Turismo B-9 Acueductos rurales B-10 Recolección de basura B-11 Energías renovables B-12 Electrificación rural
Categoría C	Actividades que normalmente no requieren de un EIA por no ocasionar impactos significativos sobre el ambiente. Presentan oportunidades buenas para mejorar las condiciones ambientales. Sin embargo, dada la magnitud de algunas de estas actividades, es necesario tomar previsiones de estudios muy concretos en el campo social y cultural, jurídico e institucional, para determinar posibles consecuencias negativas las que, eventualmente, podrían inducir impactos ambientales.	C-1 Programas de Educación C-2 Planificación familiar C-3 Programas de Salud C-4 Programas de Nutrición C-5 Desarrollo institucional C-6 Asistencia técnica C-7 Establecimiento de leyes, decretos y reglamentos
Categoría D	Actividades con un enfoque ambientalista, en los que la protección, restauración o potenciación de un ambiente es un objetivo principal del desarrollo. Aunque no requieren de un EIA, pueden requerir estudios de selección, planes de manejo u otra clase de estudio más concreto.	D-1 Creación de una reserva o área protegida. D-2 Reforestaciones y cultivos arbóreos con plan de manejo.

Nota: Tomado de “Impacto ambiental del manejo de desechos sólidos ordinarios en una comunidad rural” de Salas Jiménez, Juan Carlos; Quesada Carvajal, Hilda, 2006

De acuerdo a lo detallado en los capítulos anteriores los procesos involucrados en el manejo de residuos sólidos para el distrito de Jacobo Hunter son: Almacenamiento, recolección y transporte, recuperación y tratamiento, transferencia y servicio de disposición final y reciclaje. A continuación un cuadro matriz de análisis.

Tabla 59: Matriz de impacto ambiental

Acción	Impacto ambiental								
	Riesgo de incendio	Desechos sólidos esparcidos	Ruido	Emisión de gases	Riesgo de accidentes	Degradación estética del ambiente	Acumulación de desechos	Vectores de enfermedades	Descontento de población servida
Almacenamiento domiciliario de los residuos sólidos		x				x	x	x	
Recolección de los residuos sólidos en el distrito		x	x	x	x	x	x	x	x
Transporte, recuperación y tratamiento		x		x	x	x	x	x	x
Manejo de los desechos en la fuente de generación						x	x	x	

Nota: elaboración propia

De donde se desprende los efectos principales en el ambiente.

Tabla 60: Matriz de impacto ambiental

Proceso	Actividad	Regularidad	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Identificación del Recurso	Tipo de Impacto	Alcance	Probabilidad	Duración	Recuperabilidad	Normatividad	Valoración del Impacto Ambiental (I = A*P*D*R*C*N)	Rango de Importancia	Significativo/No Significativo	Control Operacional
Manejo de residuos sólidos	Almacenamiento domiciliario de los residuos sólidos	Normal	Generación de residuos aprovechables	Contaminación del recurso suelo	Suelo	Negativo (-)	3	10	10	5	10	15000	Alta	Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos
	Recolección de los residuos sólidos en el distrito		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire	Aire	Negativo (-)	2	10	10	5	10	10000	Moderada	Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos
			Consumo de combustibles	Contaminación al recurso aire	Aire	Negativo (-)	1	10	10	5	10	5000	Baja	No Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos
			1Generación de ruido por fuentes de	Contaminación al recurso aire	Aire	Negativo (-)	1	10	10	5	10	5000	Baja	No Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos
			1Generación de ruido por alarmas,	Contaminación al recurso aire	Aire	Negativo (-)	1	10	10	5	10	5000	Baja	No Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos
			. Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire	Aire	Negativo (-)	2	10	10	5	10	10000	Moderada	Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos
	Transporte, recuperación y tratamiento	1Generación de ruido por alarmas,	Reducción de afectación al ambiente	Suelo	Negativo (-)	2	10	10	5	10	10000	Moderada	Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos	
		Consumo de combustibles	Contaminación al recurso aire	Aire	Negativo (-)	3	10	10	5	10	15000	Alta	Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos	
		Generación de emisiones atmosféricas	Contaminación al recurso aire	Aire	Negativo (-)	1	10	10	5	10	5000	Baja	No Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos	
	Manejo de los desechos en la fuente de		Generación de ruido en el área rural por sanitario	Sobrepresión del relleno	Suelo	Negativo (-)	1	10	10	5	10	5000	Baja	No Significativo	Implementar el Plan de Manejo de Residuos

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

- Actualmente el distrito de Jacobo Hunter está compuesto por un total de 48326 personas, representando el 6% de la población total en Arequipa, actualmente el distrito tiene un manejo de residuos sólidos estándar, cuenta con un documento llamado “Plan de Manejo de Residuos Sólidos de Jacobo Hunter”, documento que fue actualizado al año 2018, mediante un estudio de caracterización y recolección de información secundaria. De acuerdo al plan se tiene que los habitantes al 2018 tienen una producción per cápita de 0.451 kg/día, de los cuales la composición es del 60% de materia orgánica en su mayoría.
- Se ve como una latente solución la implementación de un biodigestor con una capacidad diaria de 500 kg de materia orgánica, si bien no llega a procesar cerca de las 15 TN diarias de materia orgánica que se procesa en el distrito, se puede procesar y analizar el funcionamiento, así como la latente mejora medioambiental que generaría este proceso.
- De acuerdo al levantamiento de información para la caracterización se cerciora la información del plan del 2015, que el 60% representa residuos sólidos orgánicos, el 6% aproximadamente residuos sólidos tipo papel, cartón y el 3% residuos sólidos tipo plástico, en todos los casos reciclables. Se tiene también que el distrito tiene 11 rutas de barrido que cubren todo el distrito. El servicio de recolección y transporte de residuos sólidos lo hacen por distintas rutas en el distrito y son desechados en el botadero de Quebrada Honda, en Pampa Ispampa, en el km 19 de la carretera de Yura. Se usan 5 vehículos y 1 volquete para este servicio- cubre un total del 95% del total del distrito. La recuperación y tratamiento, el distrito de Jacobo Hunter cuenta con 2100 viviendas empadronadas que participan en la recolección selectiva, y el distrito cuenta con una asociación de recicladores ARMA. Y también cuenta con el 35% del distrito que recicla sin estar registrados. La disposición final se

hace en el botadero de Quebrada Honda, se hace un pago de S/ 7.63 por tonelada.

- Para la caracterización de los residuos sólidos de Jacobo Hunter, se tiene que se hizo en base a 41 viviendas, 26 del NSE C, 12 del D y 2 del E. Se le indicaron a las personas de las viviendas que se haga uso de bolsas verdes, para residuos orgánicos, bolsas negras para el papel y bolsas naranjas o amarillas para el caso de desechos de papel. El resto de residuos no fueron separados por el objetivo de la investigación. Luego de recolectar la información necesaria durante 7 días, ya que el día 0 no se considera, por lo que se concluye que si hay suficiente materia orgánica para ser destinada a un biodigestor o para producir compost, también hay un porcentaje importante para ser reciclado respecto al papel, cartón y plástico. Como se mencionó antes, los otros residuos no fueron estudiados ya que no influyen en los resultados de la investigación, teniendo que se produce el 65.39% de materia orgánica, 6.60% de papel y cartón y el 3.60 de plástico.
- Luego se hizo un análisis de costos respecto a lo que indica la Municipalidad, la estimación coincide con lo indicado, teniendo que: Se estiman S/987586 soles que implican costos de combustible, mantenimiento, personal, indumentaria, municipalidad y gastos administrativos, de donde los arbitrios solo cubren la mitad, y se tiene una morosidad del 59%. Por lo que se analiza la posibilidad de implementar un biodigestor como proyecto piloto.
- Se realiza un estudio técnico para la implementación de un biodigestor en el distrito, ya que con el 60% de materia orgánica es aprovechable y rentable la implementación como se ve en el estudio técnico y el estudio de inversión. Primeramente en el estudio técnico se evalúan 4 escenarios de acuerdo a una inversión grande y un cuarto escenario tomando el proyecto como un piloto. En los tres escenarios la inversión supera el medio millón de soles, sin embargo en el cuarto escenario con el biodigestor de Rottaler se tiene que la inversión asciende a S/ 107,237, de donde se concluye que es el más conveniente, se propone implementarlo en las zonas eriazas del distrito, en este caso Huayrondo y requerir los servicios de SPRORGÁNICOS, quienes nos brindaron la proforma, y son los pioneros de implementación en el distrito.

La inversión mencionada anteriormente incluyen sus honorarios. Quienes también brindan el asesoramiento necesario para la puesta en marcha.

- También como mejora se elabora un Plan de Manejo de Residuos sólidos domiciliarios para el Municipio de Jacobo Hunter, que basados en toda la información recolectada, el estudio de caracterización y la propuesta del biodigestor propone y tiene como objetivo la sensibilización y concientización en la población para minimizar el impacto ambiental. Se realiza una matriz foda para evaluar las mejores estrategias a implementar y se concluye que se debe optimizar el manejo de residuos sólidos, esto mediante el biodigestor, desarrollar y proponer el plan de concientización.
- También se propone el plan de concientización ambiental para el distrito, el mismo que tiene como objetivo la educación ambiental en la población, el cual se realizará mediante talleres, afiches y cuñas radiales.
- Finalmente se hace una evaluación económica el cual que hay potencial de ahorro, donde en un año se recupera la inversión inicial para la implementación y funcionamiento del biodigestor y para que en años posteriores los pagos prediales y de la municipalidad sean menores.
- Finalmente se tiene que en la evaluación de productividad, calidad y seguridad hay un aprovechamiento del 3.4% por sobre el total de residuos sólidos y del 10% por sobre el 35% que recicla. Respecto al impacto social, luego de la concientización, sensibilización y educación ambiental, se tendrá a una población más preparada, y en el impacto ambiental se tiene que se reducirá gracias a que se implementaría un biodigestor, y se brindaría educación, por lo que la minimización de impacto ambiental está latente, siempre y cuando se implemente el presente proyecto.

6.2. Recomendaciones.

- Se recomienda una vez implementado el proyecto, realizar un nuevo estudio de caracterización, para verificar el avance y la minimización del impacto ambiental, ya que se podría proponer la implementación de un biodigestor de mayor tamaño. De darse el caso los ingresos por comercialización serían mayores, también se podría proponer implementar este tipo de biodigestor de alto rendimiento en distintos puntos de la ciudad.
- Se recomienda realizar un estudio de comercialización del biol y biogás para aumentar las utilidades de dichos componentes, asimismo se recomienda utilizar este combustible en hogares, como gas natural.
- Se recomienda para futuras investigaciones que al momento de la caracterización se mantenga la distribución NSE ya que influye en la caracterización de residuos sólidos.
- Se recomienda implementar este tipo de biodigestor y realizar estudios similares para otros distritos de Arequipa, ya que es un gran aprovechamiento para la materia orgánica y una reducción relevante en el impacto ambiental.

Bibliografía

- Abarca, R. (22 de 12 de 2018). *Correo*. Obtenido de <https://diariocorreio.pe/edicion/arequipa/reconocen-colegio-por-buena-educacion-ambiental-860463/>
- Bizhat. (2018). LOS BIODIGESTORES: UNA TECNOLOGÍA QUE TRANSFORMA SUS DESECHOS EN ENERGÍA. Perú. Recuperado el 17 de 01 de 2018, de <http://ricardo.bizhat.com/rmr-prigeds/biodigestores-biogas.htm>
- Blanco, G., Santalla, E., Córdoba, V., & Levy, A. (Marzo de 2017). Generación de electricidad a partir de biogás capturado de residuos sólidos urbanos. Argentina: BID. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8202/Generacion-de-electricidad-a-partir-de-biogas-capturado-de-residuos-solidos-urbanos-Un-analisis-teorico-practico.PDF?sequence=1>
- Cabrera, J. J. (2011). a. Diseño de un biodigestor para generar biogás y abono a partir de desechos orgánicos de animales aplicable en las zonas agrarias del Litoral. 104. Guayaquil, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Ecuador. Recuperado el 04 de Diciembre de 2018, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1593/15/UPS-GT000209.pdf>
- CARE. (2015). *Manual de biodigestores*. Lima: Care.
- Climate data. (2019). *Climate data*. Recuperado el 14 de 01 de 2019, de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/arequipa/jacobo-hunter-1034708/>
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales - Decreto Legislativo N° 613, Decreto Legislativo N° 613 (Congreso de la República 8 de Setiembre de 1990).
- Concha Velásquez, L. B. (2014). Caracterización de residuos sólidos domiciliarios del distrito Jacobo Hunter. Arequipa, Perú. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3860>
- Congreso de la República del Perú. (2014). DL 1278. Lima, Perú.
- COPASA. (2018). *IMPLEMENTACIÓN Y USO DE BIODIGESTORES EN LA CUENCA SUR ORIENTAL DE AREQUIPA (BIODIGESTORES)*. Arequipa: COPASA.

- Cruz Alvarez, L. F. (2015). Análisis del manejo de residuos sólidos en el distrito de Jacobo Hunter, Arequipa 2015. Arequipa, Perú. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2377>
- David, F. (2003). *Administración estratégica*. Pearson.
- FAO. (2011). Manual de biogás. Chile. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- FAO. (13 de 09 de 2017). *FAO.COM*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Gavilanes Chancay, M., Olvera Martínez, M., & Vargas Bejarano, S. (2013). PROYECTO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL. Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/35003/D-98009.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>
- Guailupo Príncipe, J., Motta Serrano, D., & Quiroz Flores , S. (01 de Setiembre de 2017). Gestión de residuos orgánicos en el restaurant El Mesón - Santa Anita para la producción de biogás. Lima, Perú: PUCP. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9266>
- Hernández, A. D. (2008). *Utilización de biodigestores para la reducción de gases de efecto invernadero*. México.
- HIVOS, SNV. (2013). *Plan Nacional de biodigestores a nivel Nacional*. Lima.
- INEI. (2000). *PEA*. Lima.
- INEI. (2015). *Población total al 30 de junio, por grupos quinquenales de edad, según departamento, provincia y distrito*. Lima: INEI.
- INEI. (2017). *Planos estratificados por Ingreso a nivel de manzana de las grandes ciudades, 2017*. Lima.
- INEI, ENAHO. (2017). *Encuesta Nacional a Hogares*. Lima.
- ITP. (2017). *Insituto Tecnológico de la Producción*. Recuperado el 14 de 01 de 2019, de <https://www.itp.gob.pe/arequipa-optimizan-planta-de-biocombustible-mas-grande-de-sudamerica/>
- J. Glynn , H., Heinke, G., & Escalona y García, H. (1999). *Ingeniería Ambiental*. México: Pearson Educación.

- Jaramillo, J. (1993). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. Lima: MINAM.
- Jucharo Layme, M. (2015). Diseño de sistema de saneamiento ecológico en la urbanización costa palmera, en la ciudad de Mollendo - Islay – Arequipa. Islay, Arequipa, Perú. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/44>
- LEY N° 28611, LEY GENERAL DEL AMBIENTE (Congreso de la República 2007).
- Ley N° 29419, Ley que regula la actividad de los Recicladores (Congreso de la República 03 de 06 de 2010).
- Masaaki, I. (1992). *KAIZEN, LA CLAVE DE LA VENTAJA COMPETITIVA JAPONESA*. CECSA.
- Milón, J. J. (2012). En Arequipa se está generando mejor tecnología para aprovechar el biogás. Obtenido de <https://ucsp.edu.pe/saladeprensa/informa/en-arequipa-se-esta-generando-mejor-tecnologia-para-aprovechar-el-biogas/>
- MINAGRI. (2011). *Promueven uso de biodigestores y biogas en el Perú*. Lima: MINAGRI.
- MINAM. (2010). Guía Metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización de Residuos Municipales (EC-RSM). Lima, Perú. Recuperado el 13 de Diciembre de 2018, de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302182233.pdf>
- MINAM. (2012). Problemática de RRSS en el Perú. Perú. Obtenido de http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Ecolegios/contenidos/biblioteca/biblioteca/ml_rrss_A1L1_Problematica_rrss_Peru.pdf
- MINAM. (2018). Nueva Ley de Residuos Sólidos. Lima, Perú. Recuperado el 18 de 02 de 2019, de <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2009). *INFORME ANUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES Y NO MUNICIPALES EN EL PERÚ, GESTIÓN 2009*.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2011). Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos . IIMA, Perú.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2019). *Guía metodológica para el desarrollo del Plan de Manejo de Residuos Sólidos*. Lima. Recuperado el 28 de 02 de 2019, de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20150302183324.pdf>

- Ministerio de Medio Ambiente. (s.f.). *Impacto ambiental de los residuos sólidos*. 2011.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (s.f.). LEY N° 1278. Recuperado el 26 de DICIEMBRE de 2018, de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*. Lima: Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
- Molano, L. M., & Orjuela Medina, G. (1997). Alternativas de vida.
- Municipalidad de Arequipa. (2017). DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN QUEBRADA HONDA, PROVINCIA DE AREQUIPA. Arequipa, Perú.
- Municipalidad de Arequipa. (2017). *Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) CAPÍTULO* . Municipalidad de Arequipa, Arequipa, Arequipa. Recuperado el 28 de 01 de 2019, de <https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/gestionmanejoresiduos/PIGARS%202017-2028/PIGARS%20final%20de%20Diciembre.pdf>
- Municipalidad de Jacobo Hunter. (2015). *Plan ambiental*. Arequipa.
- Municipalidad de Jacobo Hunter. (2015). *PLAN DE DESARROLLO CONCERTADO DISTRITO JACOBO HUNTER 2007-2015*. Arequipa.
- Municipalidad de Jacobo Hunter. (18 de 05 de 2017). *www.munihunter.gob.pe*. Obtenido de www.munihunter.gob.pe/
- Municipalidad de Jacobo Hunter. (2019). Organigrama. 2015. Recuperado el 20 de 02 de 2019, de http://www.munihunter.gob.pe/WP/documentos/doc_gestion/organigrama.pdf
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JACOBO HUNTER. (2017). *PLANEFA*. Recuperado el 15 de Julio de 2019, de https://munihunter.gob.pe/WP/documentos/reso_alca_2019/RA-090-2019.pdf
- OEFA. (2018). *La fiscalización ambiental en residuos sólidos*. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=6471
- Osinermin. (2018). *Precio Reportado por los operadores de las Estaciones de servicio y grifos*. Lima. Recuperado el 27 de 02 de 2019, de <http://www.facilito.gob.pe/facilito/actions/PreciosCombustibleAutomotorAction.do>

Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, 1278 (Congreso de la República 21 de Diciembre de 2017). Recuperado el 24 de Enero de 2019, de <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/60275>

Rengifo Hincapié, S., & Gallego Cadena, J. (2016). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE ARIETE HIDRAULICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS. PEREIRA.

Rojas Arévalo, E. G. (2004). Manejo Ambiental de los Residuos Sólidos Urbanos de la Ciudad de Guano, Provincia de Chimborazo 2002. Guano, Chimborazo, Ecuador. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4315>

Sociedad Peruana de derecho Ambiental. (2009). Manual de Residuos Sólidos. Lima, Perú.

Soluciones prácticas. (2018). Ficha técnica de biodigestores. Lima, Perú.

Sub Gerencia de Servicios Comunes y Medio Ambiente. (2015). *Plan de Manejo de Residuos Sólidos en Jacobo Hunter*. Arequipa: Municipalidad de Jacobo Hunter. Recuperado el 22 de 11 de 2018, de <http://www.munihunter.gob.pe/WP/documentos/segregacion/plan2015.pdf>

Tiga, C. M. (04 de 04 de 2018). *Correo*. Recuperado el 14 de 01 de 2019, de <https://diariocorreo.pe/edicion/arequipa/alistan-programa-piloto-para-instalar-sistema-de-biodigestores-811703/>

UNSA. (2001). *MAPA DE PELIGROS Y LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE USOS DEL SUELO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA*". Arequipa.

Yagua Sanca, P. O. (2008). <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3011>. Arequipa, Perú. Recuperado el 05 de Diciembre de 2018, de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3011>

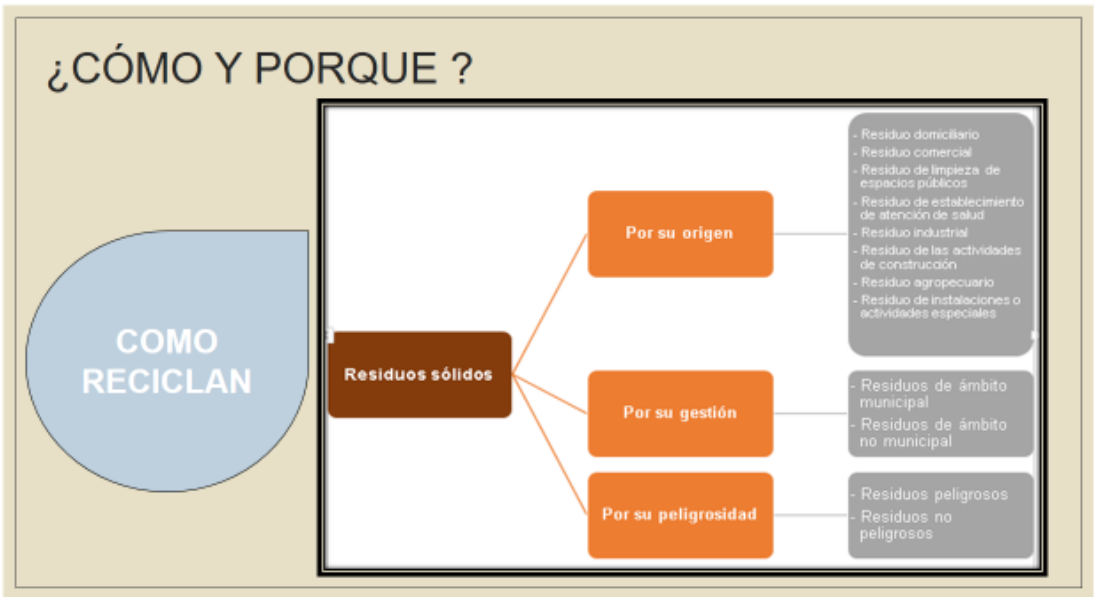
ANEXOS

ANEXO 1

Número	Código	Dirección	Nombres y apellidos	Número de
1	JH-C-001	Av. Paris 702	Fernanda Vilca	3
2	JH-C-002	Av.Haiti 204	Milagros Mogrovejo	6
3	JH-C-003	Berlin 702	Jhon	4
4	JH-C-004	Virgen de Chapi B-6	Evelyan	4
5	JH-C-005	Villa El Mar 507	Alejandra Castilla	5
6	JH-C-006	Valparaiso 315	Yulissa	2
7	JH-C-007	Tupac Amaruc LL-12	Jorge Choque Huanca	6
8	JH-C-008	San Roman P-4	Alfredo	4
9	JH-C-009	Soberano G.5	Viviana Carcausto	4
10	JH-C-010	Pasaje Progreso 106	Roberto Quistoaves	5
11	JH-C-011	Pasaje Los Jeranios E-18	Ana Paula Paredes	6
12	JH-C-012	Pasaje Los Jasmines F.1	Maria Flores	5
13	JH-C-013	Pasaje Huascar 102	Maryori Gomez	3
14	JH-C-014	Pasaje Arias Araques F-1	Elizabeth Vilca	5
15	JH-C-015	Paris-709	Luis Rodriguez	3
16	JH-C-016	Pasaje Pampa Cuzco 312	Eduardo Gonzales Calco	4
17	JH-C-017	Pasaje Italia 154	Angela Fernandez	4
18	JH-C-018	Mancheqo 211	Mirna Mestos	7
19	JH-C-019	Lisboa 206	Yoselin Guitierrez	5
20	JH-C-020	Leones del Sur R-2	Hilda Mamani	6
21	JH-C-021	Costarica 104	Marcos Quispe Quispe	4
22	JH-C-022	Chile 102-B	Kelly Llerena	3
23	JH-C-023	Cartagena 112	Fabian Sulca Mamani	6
24	JH-C-024	Calle Marcovalle N-12	Yanet Gonzales Rodriguez	7
25	JH-C-025	Calle Marcovalle N-12	Yanet Gonzales Rodriguez	5
26	JH-C-026	Calle Concepción D-17	Ofelia Usca Lopez	4
27	JHD-027	Av Villa Paisajista C-15	Aurelio Panihuana	6
28	JHD-028	Av.Tahuantinsuyo N-6	Dalniza	4
29	JHD-029	Villa Paisajista B-2	Carmen Torres	5
30	JHD-030	Upis Paisajista J-10	Ruth	5
31	JHD-031	Upis Paisajista Y-7	Monica Huanca	4
32	JHD-032	Prolongación K-7 Nicaragua	Nicolas Cruz Torres	4
33	JHD-033	Pi. Arias Araquez G-2	Jorge Caceres	5
34	JHD-034	Ollantay LL-14	Julio	4
35	JHD-035	Belen 400	Lucila Perez	6
36	JHD-036	Av.Paisajista 141	Margarita Carpio	3
37	JHD-037	Belen O-3	Cecilio Quisp3	5
38	JHD-038	Av El Sol 114	Rosa Meri Apaza Vilca	6
39	JH-039	Amp.Huasacache K-20	Claudia Rosas	4
40	JH-040	Tahuantinsuyo M-6	Eva Machaca	2

Fuente: elaboración propia

ANEXO 2



Tipo de residuos sólidos	Detalle
Materia orgánica	Considerado los restos de alimentos, cáscaras de frutas y vegetales, restos de animales muertos, huesos y similares
Madera, follaje	Considera cañas, tallos, caños, hojas y cualquier otro parte de las plantas de producto de cosecha y las podas
Papel	Considera papel blanco tipo bond, periódico, otros
Cartón	Considera cartón, macetero, blanco, negro
Vidrio	Considera vidrio blanco, empaque, verde
Plástico PET	Considera botellas de bebidas, gaseosas, aceites
Plástico duro	Considera frascos, botes y otros empaques
Bolitas	Considera a aquellas bolitas de desperdicio
Cable multifilamentado (rama pack)	Considera sacos de leche, papeles
Tenapies y similares	Si es representativo es considerado, caso contrario no es
Metal	Considera lata de atún, leche, conservas, fierro, restos de gaseosa en lata, marcos de ventanas, etc.
Telas	Considera restos de telas y textiles
Caucho, cuero, jelo	Considera restos de caucho, cuero o jelo
Pilas	Considera residuos de pilas
Restos de medicinas, flores, etc.	Considera restos de medicina, flores, flores secas, restos de plantas, plaguicidas y similares
Residuos sanitarios	Considera papel higiénico, pañales y toallas higiénicas
Residuos insectos	Considera telas, panderas y similares
Otros	Considera cualquier otro que no esté en categorías anteriores

SEPARACION DE RESIDUOS SOLIDOS



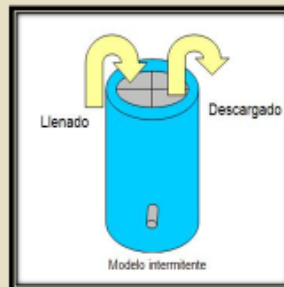
RESIDUOS
ORGANICOS

PAPEL

PLÁSTICO

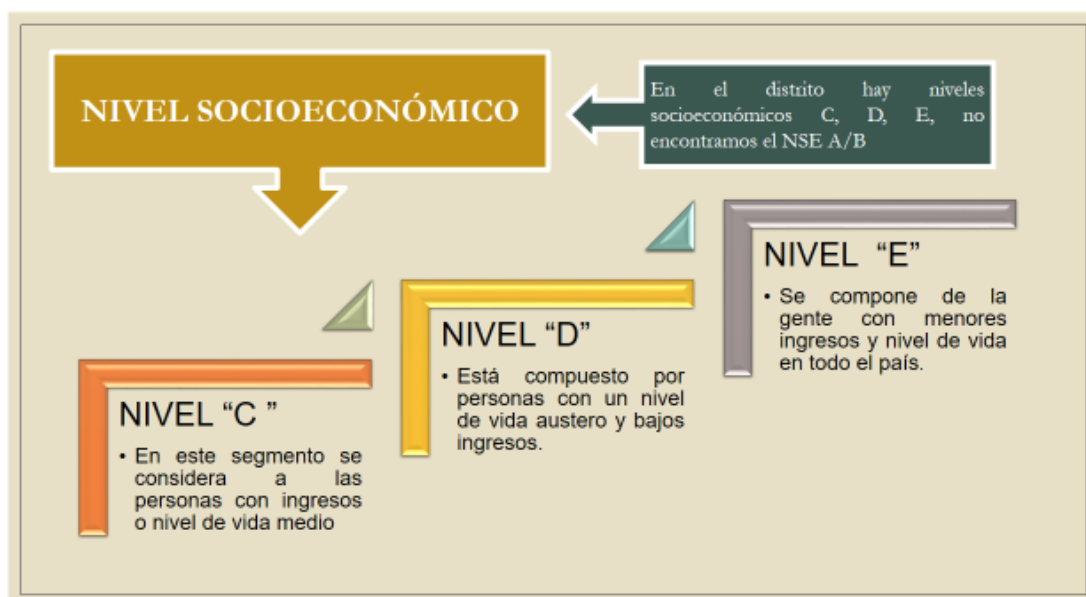
BENEFICIOS:

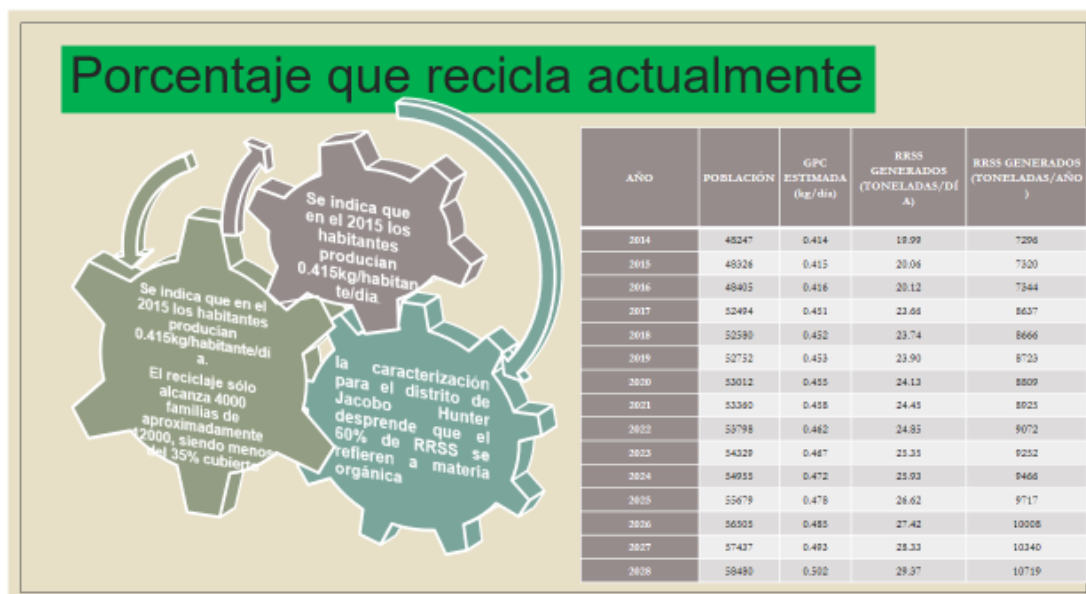
1. Es una fuente de energía renovable que reduce la contaminación y sus efectos ambientales, la degradación anaeróbica permite producir energía.
2. Las plantas de biogás reducen la presión sobre los rellenos sanitarios, reduciendo principalmente los costos de la disposición de los residuos sólidos
3. Permite la reducción de contaminación ambiental, también reduce el impacto en rellenos sanitarios, brinda beneficios económicos, gracias a la producción de energía como el biogás.

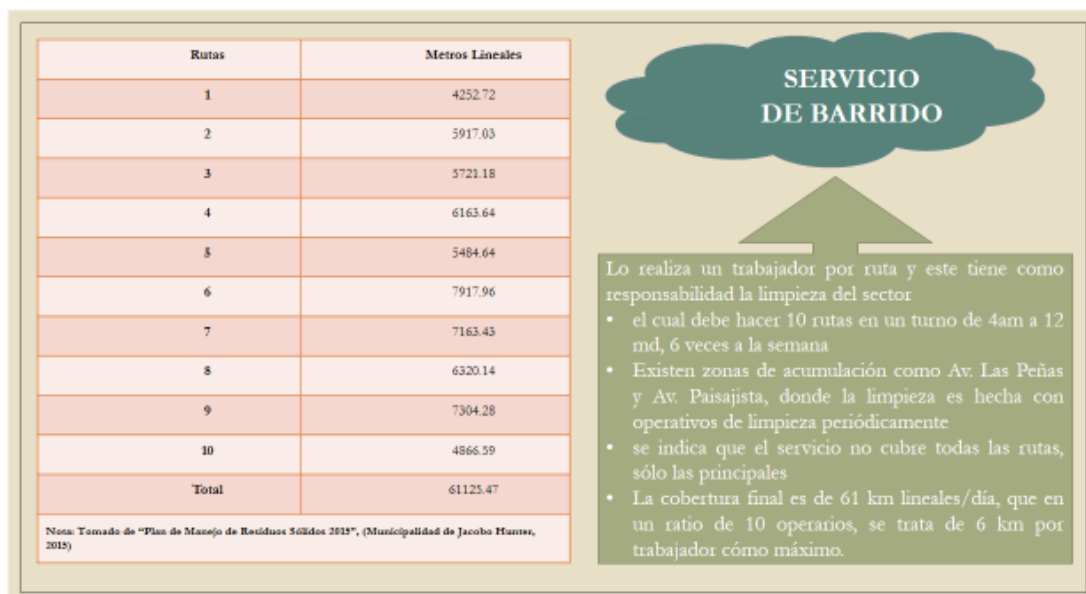


VENTAJAS:

1. la producción de gas metano, convirtiéndolo en biogás. Llenar de energía limpia el distrito.
2. Reducir la contaminación atmosférica, olores de residuos orgánicos, reducir el uso de fertilizantes químicos, entre otros.







ANEXO 4: ENTREVISTA GODOFREDO PEÑA

Nombre	Godofredo Peña Dávila
Cargo	Gerente SPRORGANICOS
Fecha	2/3/2019
Teléfono	958 788 341
Correo electrónico	sprorganicos@gmail.com

1. **Actualmente, ¿Qué distritos de Arequipa cuentan con un proyecto similar al presentado “Implementación de un biodigestor en el distrito para el aprovechamiento de materia orgánica y producción de biogás”**

Se elaboró un proyecto para JLByR, pero no se logró implementar.

2. **¿Qué es necesario para un proyecto como el nuestro?**

Definir el monto de inversión económica de que se dispone.

3. **¿Cuáles son los requerimientos técnicos para la instalación de un biodigestor? (indagar área, espacio, costos, clima, entre todo lo necesario para hacer el proyecto factible)**

- Definir el tipo y cantidad de sustratos disponibles, con esto y la definición de la inversión económica, se puede determinar el tamaño y tipo de planta de biogás.
- Realizar pruebas en laboratorio, con los sustratos, para ajustar el diseño según la productividad.
- Capacitar al personal encargado, en operación y mantenimiento de la planta de biogás.

4. **¿Cuánto tiempo es necesario para la implementación de un biodigestor?**

Depende del tamaño de la planta. Así, una planta con biodigestor de 1 m³ se construye en 1 día.. Una planta con biodigestor de 25 m³ se construye en 10 días, una planta con biodigestor de 1 000 m³ se construye en 25 días.

5. **¿Cuánto tiempo es necesario para producir biogás?**

Depende de la temperatura del sustrato en el interior del biodigestor.

En el rango criofílico (10 a 20 oC) se demora 45 a 60 días para arrancar; en el rango mesofílico (20 a 40 oC) se demora 20 a 45 días, en el rango termofílico (40 a 60 oC), se demora 5 a 20 días.

6. **¿Es factible implementar un biodigestor en el distrito teniendo en cuenta que se tiene el 60% de materia orgánica?**

Sí, es factible.

7. **¿Cuál es la disposición final de los residuos del biodigestor, luego de la producción del combustible?**

El residuo sólido (5% de la producción total) se utiliza como mejorador de suelo, el residuo líquido se utiliza como biofertilizante de alta calidad, o en la producción acuícola (desarrollo de plancton) o en la producción de microalgas (spirulina, chlorella). También se puede realimentar al biodigestor para ahorrar agua.

8. ¿Cuál es el aprovechamiento final de los residuos orgánicos? (indagar eficiencia, rendimiento, etc)

El residuo líquido (biol) tiene mercado en el sector agrícola de la región Arequipa, vendiéndose entre 0.10 a 2.0 soles/litro.

9. ¿Cuál es el área necesaria para un proyecto piloto, de 8 TN de aprovechamiento de residuos orgánicos?

Para procesar 8 t/día se requiere de unos 800 m².

10. ¿Cuántas personas son necesarias para mantener activa una planta de biogás?

Depende del tipo de planta y su tamaño. Para las plantas pequeñas (hasta 100 m³), una persona a tiempo parcial. Para las plantas medianas (100 a 200 m³) una persona a tiempo completo.

11. ¿Cuál es la inversión por TN para la implementación de un biodigestor?

Depende del tamaño y tipo de planta. Para las plantas pequeñas (hasta 100 m³), 1 000 S/m³. Para las plantas medianas (100 a 200 m³), 600 a 1 000 S/m³.

12. ¿Cuáles son los pasos para la instalación de un biodigestor?

Diseño de la planta.

Instalación.

Arranque.

Operación y mantenimiento.

13. ¿Cómo se hace el aprovechamiento del biogás?

Se puede aprovechar en forma directa (sin procesarlo) en cocinas, hornos, estufas, campanas de calentamiento para animales (pollitos, chanchitos).

Para utilizarlo en motores de combustión interna gasoleros o petroleros, calderos, grupos electrógenos; se requiere filtrarlo para eliminar el H₂S, CO₂ y vapor de agua.

14. ¿Qué recomendaría en nuestro caso, sabiendo que se tienen cerca de 15 TN diarias de residuos orgánicos?

Instalar una planta piloto de 5 m³ de capacidad, que cuesta alrededor de 4 000 soles. Con los resultados obtenidos de producción de biogás y biofertilizantes, se analiza costos, viabilidad, etc; y se decide si se invierte en una planta mediana (25 m³)

15. ¿Cuáles son las ventajas del uso de un biodigestor?

Procesa residuos orgánicos, agregándoles valor al producir biogás y biofertilizantes.

Reduce la contaminación, reduce el desarrollo de enfermedades transmitidas por insectos.

Genera trabajo.

Reemplaza combustibles fósiles por biocombustibles.

Reemplaza abonos sintéticos por biofertilizantes.

16. ¿Cuáles son las desventajas del uso de un biodigestor?

Si no se le opera bien, se puede acidificar.

El biogás producido debe de ser quemado. No se le debe arrojar a la atmósfera sin quemar, porque tiene 21 veces mas poder de efecto invernadero que el CO₂.

17. ¿Cuánto tiempo estima para recuperar la inversión en el caso de un proyecto de 8 TN?

24 a 36 meses.

18. ¿Hay algo que quiera añadir, que considere relevante para la investigación?

En la región Arequipa la tecnología ha avanzado bastante y creo que somos líderes a nivel nacional, y estamos posicionados entre los líderes a nivel sudamericano (junto con Brasil). Tenemos instalados y funcionando mas de 45 plantas de biogás, desde 0.2 hasta 14 000 m³.

Hemos producido biometano y lo hemos envasado en balones metálicos a alta presión reemplazando al GNV.

Se está trabajando para instalar grifos que vendan el biometano, para que lo utilicen industrias (en reemplazo del gas natural de Camisea) y vehículos (en reemplazo del GNV).

La planta de biogás y biometano se encuentra instalada en el fundo de la UCSM en la irrigación Majes, y se puede visitar previa coordinación.

¡MUCHAS GRACIAS POR SU AYUDA!

ANEXO 5: ENTREVISTA REGIDORA AMBIENTAL DE JACOBO HUNTER

Nombre	Lisbeth Brendali Concha Velasquez
Cargo	Regidora ambiental
Fecha	04/02/2018
Teléfono	No indica
Correo electrónico	liss_2709_bcv@hotmail.com

19. Actualmente de acuerdo a la página de la Municipalidad de Jacobo Hunter, el último plan vigente de manejo de residuos sólidos es del 2015, ¿Considera usted importante actualizar el plan?

- a. No es importante
- b. Poco importante
- c. Regularmente importante
- d. Importante
- e. Muy importante**

19.1. **¿por qué?** Por diferentes razones, 1ero porque hay variación en el diagnóstico del Plan sobre todo en la parte operativa, 2da. Se ha actualizado la Ley de Gestión Integral de residuos sólidos, D.L. 1278 y su reglamento y 3ero se cuenta con un nuevo PIGAR en la provincia y se tiene que actualizar en su marco.

20. ¿Cuál es la situación actual del distrito de Jacobo Hunter respecto al manejo de residuos sólidos domiciliarios?

- a. Muy mala
- b. Mala
- c. **Regular**
- d. Buena
- e. Muy buena

20.1. **¿por qué?** Falta conciencia ambiental en manejo adecuado de residuos sólidos.

20.2. **¿Cómo podría mejorar?** Educación y sensibilización ambiental, con normativa que involucre el tema de sanción.

21. ¿Cuál es el destino de la basura recolectada?

Los residuos sólidos son dispuestos en la Infraestructura de disposición Final Quebrada Honda administrada por la MPA.

3.1. **¿Qué opina acerca de los rellenos sanitarios?**

Una forma óptima para disponer adecuadamente los residuos sólidos

3.1. ¿Cree que podrían mejorar? ¿Cómo?

Si, con mayor capacidad técnica-operativa, mayores controles y contar con las autorizaciones respectivas.

22. ¿Se recicla en el distrito de Jacobo Hunter?

a. **Sí**

b. No

3.1. ¿Si lo hacen, que porcentaje recicla, cómo se implementó el sistema, en qué consiste, qué podría añadir acerca del tema? ¿Ustedes le brindan al vecino algún tacho u bolsa donde pueda segregar? ¿qué tipo de material se recicla? ¿todo ello, hacia donde va?

40%, se implementó el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de residuos sólidos Municipales a través de un decreto de alcaldía de manera progresiva, se brinda con la entrega de 2 tipos de contenedor, bolsa o malla según sea el caso, se recicla todo los materiales inorgánicos comercializables (papel, cartón, plásticos, metales , botellas de vidrio, otros), todo el material es recolectado y comercializado por la asociación de recicladores formalizados (ARMA-Perú) del Distrito.

3.1. ¿Si no lo hacen, por qué, cómo se implementaría, cree que la población del distrito está dispuesta a reciclar, qué podría añadir acerca del tema?

23. ¿Cuáles son las políticas y/o proyectos que tienen respecto a la recolección de residuos del distrito?

Mejorar y continuar con la implementación del Programa de Segregación.

Mejorar y continuar con la implementación de la planta de valorización de residuos orgánicos.

Se ha firmado un convenio con el MINAM para que mediante la Cooperación Alemana pueda implementar un Proyecto que Mejore el Servicio de Limpieza Pública a nivel Distrital y Provincial.

24. ¿Los residuos que recolecta la municipalidad se transforman?

Los inorgánicos reaprovechables del Programa NO, pero los orgánicos recolectados para valorización SI.

25. ¿Cuentan con algún proyecto de compostaje?

Si.

26. ¿Cuáles son los programas que tiene la municipalidad respecto a las áreas verdes?

Planta piloto para valorización de residuos orgánicos.

27. ¿Han pensado en utilizar residuos de alimentos para la creación del compost?

Si.

28. ¿Considera usted factible la implementación de un biodigestor para el distrito de Jacobo Hunter?

a. **Sí**

b. No

3.1. ¿Si lo considera factible, cree que la población podría segregar sus residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos?

Si, pero como un piloto, se debe de tener en cuenta muchos factores, principalmente el lugar de proyecto y sostenimiento entre otros.

Un gran % de la población sí segrega.

29. ¿Cree que la municipalidad podría apoyar este proyecto, hipotéticamente hablando?

a. Sí

b. No

12.1 ¿Cómo podría ser su apoyo? ¿Podría brindar información guía? Podría ayudar en la gestión y concientización de la población? ¿Cree que un sistema de segregación podría mejorar la situación actual?

Se evalúa dependiendo de la dimensión del proyecto, es factible el apoyo a nivel de sensibilización y soporte técnico según sea el caso.

30. ¿Cuáles considera los principales obstáculos para la implementación de un biodigestor? ¿para llegar a la población Jacobina?

- Presupuesto.
- No se cuenta con un lugar apropiado.
- El mantenimiento y sostenibilidad del proyecto.

31. ¿Cuáles considera las principales ventajas para la implementación de un biodigestor?

Aprovechamiento de residuos orgánicos

¿Cuáles considera que serían los principales usos para el biogás?

Se debe evaluar la dimensión, para su uso, pero principalmente seria energía eléctrica para cualquier infraestructura.

16. ¿Hay algo más que quiera añadir, que considere relevante para la investigación?

NO.

¡Muchas gracias por su tiempo!

ANEXO 6: POTENCIAL DE AHORRO

Costo en combustible	Vehículo	Precio por galón	Rendimiento por galón (Km/galón)	Distancia recorrida diaria (km)	Rendimiento o vs distancia recorrida	Costo diario por vehículo	Costo total diario en combustible	Costo mensual en combustible	Costo anual en combustible
Compactador	4	S/ 11.29	6.5	32	4.9	S/ 55.58	S/ 222.33	S/ 1111.63	S/ 13339.57
Volquete	1	S/ 11.29	5.5	32	5.8	S/ 65.69	S/ 65.69	S/ 328.44	S/ 3941.24

Mantenimiento	Vehículo	Pago por mantenimiento	Mantenimiento o semestral	Pago mantenimiento o anual
Compactador	4	S/ 2500.00	S/ 10000.00	S/ 20000.00
Volquete	1	S/ 3500.00	S/ 3500.00	S/ 7000.00

Costo en personal	Trabajadores por vehículo	Trabajadores totales	Sueldo mensual	Costos planilla 1/	Costo mensual	Costo mensual fijo 2/	Costo anual fijo
Chofer	1	5	S/ 1800.00	S/ 911.50	S/ 2711.50	S/ 13557.50	S/ 162690.00
Ayudantes	2	10	S/ 1500.00	S/ 759.58	S/ 2259.58	S/ 22595.83	S/ 271150.00
Barrido	11	11	S/ 1250.00	S/ 632.99	S/ 1882.99	S/ 20712.85	S/ 248554.17

Costo en indumentaria	Trabajadores por vehículo	Trabajadores totales	Costo por EPP	Costos EPP 1/
-----------------------	---------------------------	----------------------	---------------	---------------

EPP's Chofer	1	5	S/ 450.00	S/ 9000.00
EPP's asistentes	2	10	S/ 650.00	S/ 26000.00
EPP's barrido	-	11	S/ 650.00	S/ 28600.00

Pago a la Municipalidad	Tn/diarias	Pago por tonelada	Pago diario	Pago mensual	Pago anual
Residuos domiciliarios	23.74	7.63	S/ 181.14	S/ 5434.09	S/ 63835.63
Biodigestor	0.5	7.63	S/ 3.82	S/ 114.45	S/ 1373.40
Orgánico	14.244	7.63	S/ 108.68	S/ 3260.45	S/ 39125.42
Potencial de ahorro					S/ 37752.02

Resumen de costos	Optimizado	Actual
Costo combustible	S/ 17280.81	S/ 20615.70
Costo mantenimiento	S/ 27000.00	S/ 32000.00
Costo personal	S/ 682394.17	S/ 769162.17
Costo indumentaria	S/ 63600.00	S/ 70600.00
Costo Municipalidad residuos domiciliarios	S/ 63835.63	S/ 65209.03
Gastos administrativos, y otros	S/ 30000.00	S/ 30000.00
Total	S/ 884110.60	S/ 987586.90

